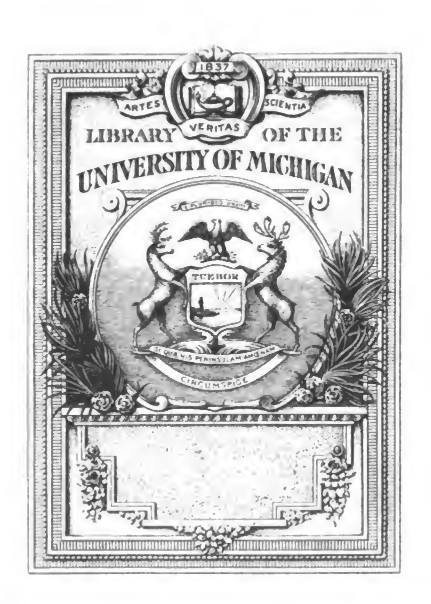



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Düren,
1865.

M. Jrduy,
Bergreferendar.

Elemente

der

Krystallographie,

nebst

einer tabellarischen

Uebersicht der Mineralien

nach den Krystallformen

von

GUSTAV ROSE.

Zweite Auflage.

Mit zehn Kupfertafeln.

Berlin, 1838.

Bei Ernst Siegfried Mittler.

Vorrede zur ersten Auflage.

Diese Elemente der Krystallographie sind nur als ein Theil eines vollständigen Lehrbuchs der Mineralogie zu betrachten, zu welchem ich schon viele Vorarbeiten gemacht habe, und welches ich, so bald es mir möglich sein wird, vollenden werde. Die vorläufige Herausgabe dieser Blätter soll einem in meinen Vorlesungen über Mineralogie oft gefühlten Bedürfnisse abhelfen, und mich zugleich in den Stand setzen, über vieles beim Vortrage kürzer hinwegzugehen. Ich habe mich aber bemüht, aus ihnen ein für sich bestehendes Ganze zu machen, damit sie auch ohne weitere Erläuterung verständlich seien.

Berlin, den 2. Februar 1833.

Vorrede zur zweiten Auflage.

Die Bearbeitung des in der Vorrede zur ersten Auflage angekündigten Lehrbuchs der Mineralogie mufste wegen der Herausgabe meiner Sibirischen Reise (deren erster Theil, Berlin 1837, erschien) noch ausgesetzt werden; die Elemente der Krystallographie waren indefs vergriffen, und das Bedürfnifs derselben bei meinen Vorlesungen hat mich daher veranlafst, diese erst in einer zweiten Auflage erscheinen zu lassen. Ich habe sie zu diesem Zwecke genau durchgesehen, vieles verändert und manche Abschnitte gänzlich umgearbeitet, wie namentlich die, welche die allgemeinen Betrachtungen über die Krystallformen, und die Beschreibung der Formen des zwei- und eingliedrigen Krystallisationssystems enthalten;

der Plan im Ganzen hat aber wenig Veränderungen erfahren. Die Nomenklatur ist auch meistens dieselbe geblieben, nur habe ich bei den hemiëdrischen Formen statt der Benennungen nach der Entstehung der Formen ähnliche Namen wie bei den homoëdrischen Formen nach der Zahl und Lage der Flächen gewählt. In dem ein- und einaxigen Krystallisationssystem habe ich auch die Namen der horizontalen Prismen und der einzeln vorkommenden Flächen verändert, und dieselben nicht, wie früher, erste und zweite horizontale Prismen und erste und zweite Seitenfläche, sondern Quer- und Längsprismen und Quer- und Längsfläche genannt. Der Umstand, dafs die ersten horizontalen Prismen der zweiten Nebenaxe und die zweiten Prismen der ersten Nebenaxe parallel sind, erregte häufig Mifsverständnisse. Ich hätte dieselben freilich dadurch vermeiden können, wenn ich die Namen der Prismen und Seitenflächen umgekehrt gebraucht hätte; allein dann hätte ich auch auf den Kupfertafeln die Bezeichnungen der Seitenflächen *a* und *b* vertauschen müssen, welche Aenderung sich ohne grofse Schwierigkeiten und ohne Nachtheil für die Zeichnungen nicht füglich ausführen liefs.

Ueberhaupt schienen mir bezeichnendere Namen wünschenswerth. Die von Naumann gewählten Ausdrücke: makrodiagonale und mikro-

diagonale Prismen und Flächen, sind zwar auch in derselben Absicht gewählt, aber sie schienen mir doch nicht ganz zweckmäfsig, indem mit diesen Ausdrücken Prismen und Flächen bezeichnet werden, die der längern und kürzern Nebenaxe parallel sind, nicht aber, was mir wichtiger scheint, der ersten oder zweiten Nebenaxe. Zwar kann man, wie auch in dem vorliegenden Buche geschehen ist, bei dem ein- und einaxigen System die Grundform so stellen, dafs stets eine bestimmte Nebenaxe (die kleinere) zur ersten Nebenaxe genommen wird, die brachydiagonalen Prismen also stets mit den einen horizontalen Prismen (den Längsprismen), die makrodiagonalen Prismen mit den andern (den Querprismen) übereinkommen; diefs ist aber im zwei- und eingliedrigen System nicht möglich, wo, da die Stellung der Grundform von der Lage der schiefen Endflächen abhängt, die erste Nebenaxe bald kleiner, bald gröfser als die zweite Nebenaxe, und sowohl die brachydiagonale als die makrodiagonale Fläche bald die Längs- bald die Querfläche ist. Diesen Uebelstand glaube ich durch die von mir gewählten Ausdrücke vermieden zu haben.

Wenn aber auf diese Weise auch eine Verschiedenheit in der Benennung und der Bezeichnung der Flächen vermieden ist, so scheint es

mir doch zweckmäfsig für die Bezeichnung der Ecken und Axen der Grundformen verschiedene Buchstaben zu wählen. Ich werde daher auch in meinen spätern Arbeiten die mit ***A***, ***B***, ***C*** bezeichneten Ecken mit ***E***, ***I***, ***O***, und die diesen entsprechenden Flächen mit ***e***, ***i***, ***o*** bezeichnen. Auf die Flächen der Grundform ist dann vielleicht am besten, wie schon Haüy gethan hat, der Buchstabe ***P*** zu setzen.

Auch die tabellarische Uebersicht der Mineralien nach den Krystallformen hat einige Aenderungen erlitten. Die Mineralien der verschiedenen Krystallisationssysteme sind jetzt in sechs Spalten nebeneinander, und in diesen nach ihrer chemischen Zusammensetzung in Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten zusammengestellt. Die Gattungen und Arten sind hierbei nach demselben Princip gebildet, wie bei der Aufstellung in der ersten Ausgabe; die eingeführten Klassen sind dieselben, welche Nordenskiöld in seinem chemischen Mineralsystem (Helsingfors, 1833.) angenommen hat. Die chemischen Formeln habe ich bei den Namen der Mineralien weggelassen, weil sie bei dieser hauptsächlich krystallographischen Gruppirung weniger nothwendig schienen.

Berlin, den 16. Juni 1838.

Gustav Rose.

Inhalt.

Allgemeine Betrachtungen über die Krystallformen.

Flächen. Kanten. Ecken.

Die Krystalle sind von ebenen Flächen begränzt; zwei Flächen, welche sich schneiden, bilden eine Kante, drei oder mehrere Flächen, welche in einem Punkt zusammentreffen, eine Ecke.

Flächen, welche einander gleich und ähnlich sind, und eine gleiche Lage haben, heifsen gleichnamig; Flächen, welche einander nicht gleich und ähnlich sind, oder eine verschiedene Lage haben, heifsen ungleichnamig.

Eine Kante, welche von gleichnamigen Flächen gebildet wird, nennt man gleichflächig, welche von ungleichnamigen Flächen gebildet wird, ungleichflächig. Kanten, an welchen die in denselben zusammenstofsenden Flächen gleiche Neigung, und welche eine gleiche Lage haben, heifsen gleiche, bei welchen die Neigung der Flächen oder die Lage ungleich ist, ungleiche Kanten.

Eine Ecke, in welcher drei, vier, sechs.... Flächen zusammenstofsen, heifst drei, vier, sechs.... flächig. Eine Ecke, welche von gleichnamigen Flächen gebildet wird, heifst gleichflächig, im entgegengesetzten Falle ungleichflächig. Eine Ecke, in welcher die zusammenstofsenden Kanten untereinander gleich sind, heifst gleichkantig, im entgegengesetzten Falle ungleichkantig. Eine ungleichkantige Ecke, deren abwechselnde Kanten gleich sind, heifst symmetrisch. Ecken, welche von gleichnamigen Flächen und von gleichen Kanten gebildet werden, heifsen gleiche, welche von ungleichen Flächen oder ungleichen Kanten gebildet werden, heifsen ungleiche Ecken.

Einfache und zusammengesetzte Formen.

Die verschiedenen Krystallformen unterscheiden sich wesentlich dadurch von einander, dafs ihre Flächen entweder alle gleichnamig, oder dafs sie zum Theil oder (abgesehen von den parallelen) gänzlich untereinander ungleichnamig sind. Man nennt die erstern einfache, die letztern zusammengesetzte Formen. Das Octaëder (Fig. 1.), welches von acht gleichseitigen Dreiecken begränzt ist, das Hexaëder (Fig. 13.), welches von sechs Quadraten, oder das Hexagondodecaëder (Fig. 67.), welches von zwölf gleichschenkligen Dreiecken begränzt ist, werden daher einfache Formen, die gewöhnlichste Form der Bleiglanzkrystalle (Fig. 15.), welche von acht gleichseitigen Dreiecken und sechs Quadraten, oder der Quarzkrystalle (Fig. 68.), welche von zwölf gleichschenkligen Dreiecken und sechs Rechtecken begränzt ist, zusammengesetzte Formen genannt.

Die einfachen Formen unterscheiden sich durch die Anzahl, die Gestalt und die gegenseitige Neigung der Flächen, und haben danach ein sehr verschiedenes Ansehn. Immer aber ist die Lage der Flächen gegen den Mittelpunkt nach einem bestimmten Symmetriegesetz geordnet.

Alle Flächen, Kanten und Ecken haben, mit Ausnahme weniger Fälle, ihre parallelen; es finden sich meistens an einem Ende dieselben Flächen, Kanten und Ecken, wie an dem andern, daher man in der Regel auch nur auf das eine Ende Rücksicht zu nehmen braucht. Wenngleich diese einfachen Formen nur von gleichnamigen Flächen begränzt sind, so haben sie deshalb nicht immer gleiche Kanten oder Ecken, wie schon bei den angeführten Beispielen der Fall ist, wo Octaëder und Hexaëder gleiche Kanten und Ecken haben, das Hexagondodecaëder aber zweierlei Kanten und Ecken hat. Der Begriff der einfachen Formen der Krystallographie kommt also nicht mit dem der regulären Körper der Geometrie überein. Manche einfache Formen haben bei verschiedenen Ecken noch gleiche Kanten, wie das Dodecaëder (Fig. 4.), andere bei ungleichen Ecken auch ungleiche Kanten, wie das Hexagondodecaëder; die Ecken sind aber in diesem Fall in der Regel symmetrisch. Man benennt die einfachen Formen nach der Anzahl und Gestalt ihrer Flächen, oder nach andern bestimmten Eigenthümlichkeiten. Nach dem Namen der Formen benennt man auch die Flächen, die sie begränzen, und nennt die Flächen des Octaëders daher Octaëderflächen, die Flächen des Rhomboëders Rhomboëderflächen u. s. w. Bei den Zeichnungen bezeichnet man die Flächen mit Buchstaben oder Zahlen; die Flächen einer und derselben einfachen Form erhalten dieselben Buchstaben oder Zahlen, die Flächen verschiedener verschiedene.

Denkt man sich bei einer zusammengesetzten Form die einen oder die andern gleichnamigen Flächen so weit vergröfsert, dafs sie den Raum allein begränzen und die ungleichnamigen Flächen aus der Begränzung ganz verdrängt sind, so erhält man daraus eine einfache Form. Vergröfsert man z. B. auf die angegebene Weise bei der Form des Bleiglanzes (Fig. 15.) die dreiseitigen Flächen, so erhält man das Octaëder (Fig. 1.), vergröfsert man

die vierseitigen, so erhält man das Hexaëder (Fig. 13.). Die zusammengesetzte Form entsteht daher aus der Verbindung von zwei oder mehreren, oder überhaupt von so vielen einfachen Formen, als sie ungleichnamige Flächen enthält. Keine dieser einfachen Formen erscheint in der zusammengesetzten natürlich ganz vollständig, sondern eine jede läfst nur Theile ihrer Flächen in der äufsern Begränzung wahrnehmen, die von einander ganz oder zum Theil durch die Theile der Flächen der übrigen Formen getrennt sind *); aber die einer bestimmten einfachen Form zugehörigen Flächen sind in den verschiedenen Fällen bald gröfser oder herrschen mehr vor, bald sind sie kleiner oder finden sich nur untergeordnet.

Da die zusammengesetzte Form eine Verbindung von einfachen ist, so nennt man sie auch im Allgemeinen eine Kombination; die unsymmetrischen Kanten, worin die Flächen zweier einfachen Formen bei ihr zum Durchschnitt kommen, heifsen Kombinationskanten, und die Ecken, worin die Flächen zweier oder mehrerer einfachen Formen sich treffen, Kombinationsecken. Eine bestimmte Kombination bezeichnet man durch die Namen der einfachen Formen, die in ihr enthalten sind, wobei man den Namen derjenigen einfachen Form, deren Flächen vorherrschen, vorsetzt, die Namen der andern, die nur untergeordnet vorkommen, nachfolgen läfst, auch wenn es besonders darauf ankommt, diefs Verhältnifs ausdrücklich anführt. So sind die Fig. 14., 15., 16. verschiedene Kombinationen des Hexaëders, Fig. 13., und des Octaëders, Fig. 1. und 15., ist eine solche Kombina-

*) In der äufsern Begränzung einer zusammengesetzten Form sind von den Flächen einer einfachen Form immer nur die Theile zu sehen, die, wenn man die Flächen der andern vergröfserte, von denselben bedeckt würden; so dafs der Raum, den die zusammengesetzte Form einnimmt, nur der ist, den die darin enthaltenen einfachen Formen zugleich begränzen.

tion im Gleichgewicht beider Formen, Fig. 14. mit vorherrschenden Hexaëderflächen, Fig. 16. mit vorherrschenden Octaëderflächen.

Geschlossene und ungeschlossene Formen.

Unter den verschiedenen gleichnamigen Flächen einer zusammengesetzten Form kommen oft solche vor, die für sich allein den Raum nicht vollständig begränzen. Von der Art sind z. B. die sechs vierseitigen Flächen in der Form des Quarzes (Fig. 68.); sie bilden für sich allein ein reguläres sechsseitiges Prisma, welches an beiden Seiten offen ist, dagegen die zwölf dreiseitigen Flächen des obern und untern Endes, hinreichend vergröſsert, sich zuletzt in Kanten schneiden, und eine den Raum von allen Seiten begränzende Form, das Hexagondodecaëder (Fig. 67.), bilden. So finden sich auch Flächen, die, ihre parallelen ausgenommen, gar keine gleichnamigen haben, und daher den Raum noch weniger vollständig begränzen, als das sechsseitige Prisma; wie z. B. die Fläche *c* bei der in Fig. 92. dargestellten Krystallform des Schwerspaths. Man nennt solche einfache Formen, die für sich allein den Raum vollständig begränzen, geschlossene Formen; solche, die ihn nicht vollständig begränzen, ungeschlossene Formen. Letztere können natürlich nicht allein vorkommen, sondern erscheinen immer in Kombination mit andern geschlossenen oder ungeschlossenen Formen. Es giebt aber viele zusammengesetzte Formen, die, wie Fig. 92., gar keine geschlossenen, sondern nur ungeschlossene einfache Formen enthalten.

Homoëdrische und hemiëdrische Formen.

Die meisten der einfachen Formen erleiden zuweilen eine eigenthümliche Veränderung, die darin besteht, daſs die halbe Anzahl ihrer Flächen, und in seltenen Fällen der vierte Theil derselben so groſs wird, daſs die

übrigen ganz aus der Begränzung verschwinden. Diefs Gröfserwerden und Verschwinden geschieht nach ganz bestimmten Gesetzen, die besser bei den einzelnen Formen selbst erklärt werden können. Es entstehen indessen dadurch Formen, die nur die Hälfte oder ein Viertel der Flächen haben, als die ursprünglichen, und die man, im Gegensatze dieser letztern, hemiëdrische und tetartoëdrische Formen (Hälftflächner oder Viertelflächner), wie diese homoëdrische Formen nennt.

Axen.

In einer jeden Form lassen sich gewisse Linien annehmen, die durch den Mittelpunkt derselben gehen, und um welche die Flächen symmetrisch vertheilt sind. Solche Linien nennt man Axen. Die Stellen, in welchen sich die Axen endigen, sind gleichflächige Ecken, oder die Mittelpunkte von Flächen oder von gleichflächigen Kanten, und nach der Beschaffenheit derselben unterscheidet man daher Eckenaxen, Flächenaxen und Kantenaxen. In der Regel sind die zwei Stellen, in welchen sich eine jede Axe endigt, gleich; nur bei gewissen hemiëdrischen Formen kommen auch Fälle vor, wo diefs nicht statt findet, in welchem Falle dann eine Eckenaxe zugleich auch eine Flächen- und Kantenaxe sein kann, und umgekehrt. Beim Tetraëder (Fig. 25. oder 26.), z. B. bei welchem eine Ecke einer Fläche gegenübersteht, ist daher eine Flächenaxe zugleich auch eine Eckenaxe.

Axen heifsen gleichartig, wenn die Stellen, an denen sie sich endigen, gleich, ungleichartig, wenn jene Stellen ungleich sind. Die Flächenaxen einer einfachen Form sind daher stets untereinander gleichartig, die Ecken- und Kantenaxen aber oft ungleichartig. Bei dem Hexaëder (Fig. 13.) z. B., das lauter gleiche Ecken hat, sind auch die vorhandenen Eckenaxen sämmtlich gleichartig; bei dem Hexagondodecaëder (Fig. 67.) aber,

welches theils sechsflächige, theils vierflächige Ecken hat, sind auch die Eckenaxen zweierlei Art.

Vielaxige und einaxige Formen.

Die verschiedenen Arten von Axen, die bei einer einfachen Form vorkommen, finden sich theils in mehrfacher, theils nur in einfacher Zahl. Bei gewissen Formen finden sich gar keine einzelnen Axen, wie z. B. bei dem Hexaëder (Fig. 13.), welches vier untereinander gleichartige Eckenaxen, drei gleichartige Flächenaxen und sechs gleichartige Kantenaxen hat. Andere Formen haben dagegen nur eine einzelne Axe, wie die Hexagondodecaëder (Fig. 67.), bei welchen die einzelne Axe die ist, welche die sechsflächigen Ecken verbindet, und noch andere Formen haben mehrere einzelne Axen, wie die Rhombenoctaëder (Fig. 85.), welche drei einzelne Axen, nämlich die dreierlei Eckenaxen haben. Man nennt nun die Formen, deren verschiedene Arten von Axen sämmtlich in mehrfacher Zahl vorkommen, vielaxige Formen, die, welche eine oder mehrere einzelne Axen haben, einaxige Formen.

Bei der Beschreibung und Vergleichung der einfachen Formen giebt man denselben stets eine bestimmte Stellung, und stellt sie so, dafs eine ihrer Axen vertikal steht, eine andere darauf rechtwinklige oder schiefwinklige Axe dem Beobachter zugekehrt ist. Die vertikale Axe nennt man nun die Hauptaxe, die übrigen Nebenaxen. Bei den vielaxigen Formen hat unter den Axen gleicher Art keine einen Vorzug vor der andern; man nimmt daher eine beliebig zur Hauptaxe an, und kann sie stets beliebig mit einer andern gleicher Art vertauschen. Bei den einaxigen Formen dagegen, die nur eine einzelne Axe haben, ist diese vor allen übrigen Axen ausgezeichnet, und wird daher auch zur Hauptaxe genommen. Bei den übrigen einaxigen Formen wird eine ihrer einzelnen Axen zur Hauptaxe genommen; es ist

hier, wie bei den vielaxigen Formen, gleichgültig, welche, nur mufs die einmal gewählte Hauptaxe für die ganze Betrachtung beibehalten, und darf nicht beliebig mit einer andern einzelnen Axe vertauscht werden. Hierauf gründet sich die Eintheilung in einaxige Formen mit absoluter oder mit relativer Hauptaxe.

Da bei den einaxigen Formen die Haupt- und Nebenaxen verschieden sind, so sind auch die Ecken und Kanten, die an den Hauptaxen liegen, von den übrigen Ecken und Kanten verschieden. Man nennt daher die erstern Endecken und Endkanten, die übrigen Seitenecken und Seitenkanten. Bei den vielaxigen Formen, wo Haupt- und Nebenaxen gleich sind, kann ein solcher Unterschied unter den Ecken und Kanten auch nicht gemacht werden. Die vielaxigen Formen sind demnach auch sämmtlich geschlossene Formen, und nur unter den einaxigen kommen ungeschlossene Formen vor.

Bezeichnung der einfachen Formen.

Da die Lage jeder Ebene mathematisch bestimmt ist, wenn wenigstens drei Punkte in ihr bestimmt sind, die nicht in gerader Linie liegen, so ist also auch die Lage einer Fläche einer einfachen Form bestimmt, wenn man die Punkte angiebt, in welchen diese Fläche oder ihre Verlängerung von gewissen Axen, deren wenigstens drei dazu nöthig sind, oder von ihren Verlängerungen getroffen werden. Man bestimmt diese Punkte, indem man die verhältnifsmäfsige Länge der Theile dieser Axen angiebt, die zwischen der Fläche oder ihrer Verlängerung und dem Mittelpunkt der Form enthalten sind, und bezeichnet dazu die Axen mit bestimmten Buchstaben. Dadurch ist aber zu gleicher Zeit die Form selbst bestimmt, denn da alle Flächen einer einfachen Form gleich sind, so schneiden sie auch die verschiedenen Axen alle auf eine gleiche Weise.

Beschreibung der zusammengesetzten Formen.

Bei der Beschreibung der zusammengesetzten Formen geht man von der darin enthaltenen vorherrschenden Form aus, und giebt an, wie die Flächen der untergeordnet vorkommenden Formen an der Stelle der Kanten und Ecken der vorherrschenden Form erscheinen. Man nennt die Form, auf welche man die Flächen aller übrigen bezieht, die **Grundform**, die Flächen der übrigen Formen **Abänderungsflächen**. Die Grundform ist bald eine einfache, bald eine zusammengesetzte Form.

Wenn statt einer Kante der Grundform eine Fläche vorhanden ist, die mit beiden Flächen der früheren Kante parallele Kanten bildet, so nennt man die Kante **abgestumpft**, und die Abänderungsfläche die **Abstumpfungsfläche** der Kante. Sind ihre Neigungen gegen die Flächen der Kante, als deren Abstumpfungsfläche sie erscheint, gleich, so ist die Abstumpfungsfläche **gerade**, sind sie ungleich, so ist sie **schief**. So sind z. B. die Flächen *d* (Fig. 17.) gerade, die Flächen $\frac{d}{2}$ (Fig. 53.) aber schiefe Abstumpfungsflächen der Kanten des Hexaëders (Fig. 13.).

Auf eine gleiche Weise kommen die Ecken einer Grundform abgestumpft vor, und die Abstumpfungsflächen sind gerade oder schief, je nachdem sie mit den Flächen der Ecke gleiche oder ungleiche Winkel bilden. Die Flächen *o* (Fig. 14.) z. B. sind gerade Abstumpfungsflächen der Ecken des Hexaëders (Fig. 13.); die Fläche *d* (Fig. 101.) aber ist eine schiefe Abstumpfungsfläche der Ecke zwischen den Flächen *g* und $\frac{d}{2}$.

Die schiefe Abstumpfungsfläche einer Ecke ist oft gegen eine Kante der Ecke so geneigt, daſs sie mit den beiden Flächen der Kante gleiche Winkel bildet; man sagt dann: die Abstumpfungsfläche ist auf dieser Kante **gerade aufgesetzt**. Man nennt sie auf einer Kante **schief aufgesetzt**, wenn sie mit den Flächen der

Kante ungleiche Winkel bildet. Eben so ist eine Abstumpfungsfläche auf einer Fläche gerade aufgesetzt, wenn die ebenen Winkel auf dieser Fläche zu beiden Seiten der Kombinationskante gleich sind; sie ist schief aufgesetzt, wenn diese Winkel ungleich sind. Die Fläche *d* (Fig. 101.) ist gegen die Flächen *g* gleich, gegen die Flächen $\frac{d}{2}$ aber ungleich geneigt, und die ebenen Winkel an der Kante mit $\frac{d}{2}$ sind sowohl auf ihr, als auch auf $\frac{d}{2}$ gleich, die ebenen Winkel an der Kante mit *g* ungleich; die Fläche *d* ist daher auch auf der Kante zwischen den Flächen *g* gerade, auf jeder der Kanten zwischen den Flächen $\frac{d}{2}$ und *g* aber schief aufgesetzt; sie ist ferner auf der Fläche $\frac{d}{2}$ gerade, auf jeder der Flächen *g* dagegen schief aufgesetzt.

Wenn statt einer Kante der Grundform zwei Abänderungsflächen vorhanden sind, die gegen die angränzenden Flächen eine gleiche Lage haben, und mit diesen (so wie untereinander) parallele Kanten bilden, so sagt man: die Kante ist zugeschärft, und nennt die beiden Abänderungsflächen Zuschärfungsflächen, und die Kante, die sie untereinander bilden, Zuschärfungskante *). So ist Fig. 21. ein Hexaëder (Fig. 13.), das an den Kanten durch die Flächen $\frac{d}{3}$ zugeschärft ist. Die Zuschärfungsflächen sind immer zwei gleichnamige Flächen; zwei ungleichnamige Flächen, die sich an der Stelle einer Kante finden, werden nicht Zuschärfungsflächen, sondern zwei schiefe Abstumpfungsflächen genannt.

Auf eine gleiche Weise kann auch eine Ecke zugeschärft sein, im Fall sie vierflächig ist. Man hat dann die Lage der Zuschärfung noch näher anzugeben, ob sie auf zwei gegenüberliegenden Kanten oder Flächen gerade

*) Der Ausdruck Zuschärfung ist im Gegensatze von dem Ausdruck Abstumpfung zu nehmen, und in so fern passend, da sonst allerdings die Zuschärfungskante stumpfer ist, als die Kante, an deren Stelle sie getreten ist.

aufgesetzt ist. So stellt z. B. Fig. 48. ein Octaëder (Fig. 1.) dar, das an den Ecken durch die Flächen $\frac{d}{2}$ so zugeschärft ist, dafs die Zuschärfungsflächen auf zwei gegenüberliegenden Kanten gerade aufgesetzt sind. Schiefaufgesetzte Zuschärfungen kommen bei einfachen Formen nicht vor; sie können sich bei zusammengesetzten Formen finden, wo man dann die Lage der schieflaufenden Zuschärfungskante gegen eine andere Kante der Grundform noch näher anzugeben hat.

Wenn statt einer Ecke der Grundform eine andere stumpfere vorhanden ist, so nennt man die Ecke zugespitzt, und die Abänderungsflächen Zuspitzungsflächen der Ecken *). Die Zuspitzungsflächen sind entweder in derselben oder in der halben Anzahl vorhanden, wie die Flächen der Ecke, und sind theils auf den Flächen, theils auf den Kanten der Ecke gerade aufgesetzt. So stellt Fig. 19. ein Hexaëder (Fig. 13.) dar, welches durch die Flächen $\frac{o}{2}$ an den Ecken so zugespitzt ist, dafs die Zuspitzungsflächen auf den Flächen des Hexaëders gerade aufgesetzt sind.

Man bedient sich der Ausdrücke Zuschärfung und Zuspitzung auch bei prismatischen Krystallen, um die Art anzugeben, wie sie an den Enden mit Flächen begränzt sind. Eine Zuschärfung wird durch zwei, eine Zuspitzung durch drei oder mehrere gleichnamige Flächen gebildet; und man hat auch hier anzugeben, ob die Zuschärfung oder Zuspitzung auf den Kanten oder Flächen gerade aufgesetzt ist. So stellen z. B. die Fig. 61. und 62. zwei quadratische Prismen vor, die an den Enden mit einer vierflächigen Zuspitzung versehen sind; bei Fig. 61. sind die Zuspitzungsflächen auf den Flächen, bei Fig. 62. auf den Kanten des Prisma's gerade aufgesetzt. Fig. 91. ist ein rhombisches Prisma, das an den

---

*) Der Ausdruck Zuspitzung ist ebenfalls nur im Gegensatze von dem Ausdruck Abstumpfung zu nehmen.

scharfen Kanten durch die Flächen *c* gerade abgestumpft, und an den Enden durch die auf den Abstumpfungsflächen *c* gerade aufgesetzten Flächen $\frac{d}{2}$ zugeschärft ist.

Unter den Zuschärfungen des Endes von prismatischen Krystallen kommen auch schiefe Zuschärfungen vor, und man hat dann die Lage der Zuschärfungskante gegen andere Flächen und Kanten näher zu bestimmen. Fig. 100. ist z. B. ein rhombisches Prisma, das an den scharfen Seitenkanten durch die Flächen *b* gerade und stark abgestumpft und an den Enden mit einer Zuschärfung mit schieflaufender, gegen die stumpfe Seitenkante des Prisma's geneigter Endkante versehen ist.

Sind die prismatischen Krystalle an den Enden mit einer einzelnen Fläche begränzt, so bildet diese die Endfläche; sie macht mit den Seitenflächen der prismatischen Krystalle rechte oder schiefe Winkel, und heifst danach gerade oder schief, ist aber im letztern Fall nicht selten auf anderen Kanten oder Flächen gerade aufgesetzt. Fig. 92. ist ein niedriges rhombisches Prisma mit gerader Endfläche *c*; Fig. 102. ein rectanguläres Prisma mit schiefer Endfläche, welche auf den vorderen Flächen *a* des Prisma's gerade aufgesetzt ist.

Zonen.

Eine Reihe von Flächen einer einfachen oder zusammengesetzten Form, welche alle einer bestimmten Axe parallel gehen, nennt man eine Zone, und die Axe selbst, in Bezug auf diese Zone, ihre Zonenaxe. Eine solche Zone bilden z. B. die vierseitigen Flächen des Quarzes, Fig. 68., da sie sämmtlich der durch die Endecken gehenden Axe parallel sind; ebenso je zwei parallele vierseitige Flächen mit den auf ihnen gerade aufgesetzten dreiseitigen Flächen, da sie den Axen parallel gehen, welche die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Kanten des sechsseitigen Prisma's, welches die vierseitigen Flächen bilden, verbinden. Man erkennt die Flächen, die

zu einer und derselben Zone gehören, daran, dafs, wenn sie sich in Kanten schneiden, diese untereinander und der Zonenaxe parallel sind; indessen schneiden sich nicht immer die Flächen einer Zone in Kanten, sie berühren sich oft nur, sämmtlich oder zum Theil, in Punkten, oder sind durch andere nicht zu der Zone gehörige Flächen von einander getrennt, wie diefs zum Theil schon an dem angeführten Beispiele zu ersehen ist.

Da die Axe der Zone eine bestimmte Krystallaxe ist, so finden sich auch an jeder Form so viele Zonen, als es Axen in derselben giebt, und man kann unter den Zonen dieselben Arten, wie unter den Axen selbst unterscheiden. Die Lage irgend einer Fläche ist aber bestimmt, sobald zwei Zonen, denen sie angehört, bekannt sind; durch die Bestimmung der Fläche ist aber auch die einfache Form, welcher sie angehört, bestimmt, daher die Untersuchung der verschiedenen Zonen der Krystalle von grofser Wichtigkeit ist.

Krystallisationssysteme.

Wenn zwei Formen zusammen vorkommen, so erscheinen, wenn die eine vorherrscht, die Ecken oder Kanten derselben durch die Flächen der andern abgestumpft, zugespitzt u. s. w. Man beobachtet indessen stets, dafs gleiche Stellen einer einfachen Form durch die Flächen einer andern, die mit ihr in Kombination tritt, auf gleiche Weise, die ungleichen aber auf ungleiche Weise verändert werden. Die Kanten und Ecken der einfachen Formen sind demnach stets gerade, die Kombinationskanten und Ecken aber schief abgestumpft, und findet sich eine Kante oder Ecke, die noch andere gleichartige hat, abgestumpft, so kommen auch alle übrigen auf eine gleiche Weise abgestumpft vor *). Die Flächen der untergeord-

*) Eine Ausnahme von dieser sonst ganz allgemein geltenden

neten Form treten also ganz symmetrisch zu der herrschenden hinzu, müssen also auch mit dieser ein gleiches Symmetriegesetz und Axen haben, die mit denen der herrschenden Form in Zahl, Lage und relativer Gröfse übereinkommen. Formen, die ein verschiedenes Symmetriegesetz und verschiedene Axen haben, wie z. B. das Hexaëder (Fig. 13.) und das Hexagondodecaëder (Fig. 67.), können nie zusammen vorkommen. Diese wichtige Beobachtung zieht unter den vorkommenden Krystallformen scharfe Gränzen, und macht es möglich, die überaus grofse Mannigfaltigkeit derselben, nach der Art, wie sie zusammen vorkommen, in einige wenige Gruppen zusammenzufassen. Man nennt diese Gruppen Krystallisationssysteme, und versteht also darunter einen Inbegriff von Formen, die untereinander in Kombination treten können, und deren Axen sich also in Zahl, Lage und gegenseitiger Gröfse gleich verhalten, wobei man aber bei der Lage nur die allgemeinen Verhältnisse der Rechtwinkligkeit und Schiefwinkligkeit, bei der Gröfse nur die Gleichheit und Ungleichheit derselben zu berücksichtigen hat.

Man hat bis jetzt folgende sechs Krystallisationssysteme unterschieden:

1) das reguläre,
2) das zwei- und einaxige,
3) das drei- und einaxige,
4) das ein- und einaxige,
5) das zwei- und eingliedrige,
6) das ein- und eingliedrige *).

Regel machen nur die Kombinationen der homoëdrischen und hemiëdrischen Formen; aber in diesem Falle werden doch stets die abwechselnden gleichen Stellen einer homoëdrischen Form durch eine hemiëdrische auf gleiche Weise verändert, und die Veränderungen der Kanten und Ecken finden daher nie unregelmäfsig statt.

*) Diefs sind die Namen, die Hr. Prof. Weifs diesen Systemen gegeben hat. Nach Hrn. Prof. Mohs heifsen sie:

Die zu diesen Krystallisationssystemen gehörenden Formen sind ausgezeichnet:

1) die des regulären: durch drei Axen, die sämmtlich untereinander gleichartig und rechtwinklig sind;

2) des zwei- und einaxigen: durch drei Axen, von denen nur zwei untereinander gleichartig, alle aber untereinander rechtwinklig geneigt sind;

3) des drei- und einaxigen: durch vier Axen, von denen drei untereinander gleichartig sind, und sich unter Winkeln von 60°, die vierte ungleichartige aber rechtwinklig schneiden;

4) des ein- und einaxigen: durch drei Axen, die sämmtlich ungleichartig, aber untereinander rechtwinklig geneigt sind;

5) des zwei- und eingliedrigen: durch drei Axen, die sämmtlich ungleichartig sind, und von denen zwei untereinander schiefwinklig, beide aber gegen die dritte rechtwinklig geneigt sind;

6) des ein- und eingliedrigen: durch drei Axen, die sämmtlich ungleichartig und untereinander schiefwinklig geneigt sind *).

---

1) das tessularische,
2) das pyramidale,
3) das rhomboëdrische,
4) das orthotype,
5) das hemiorthotype,
6) das anorthotype.

Nach Hrn. Prof. Naumann:
1) das tesserale,
2) das tetragonale,
3) das hexagonale,
4) das rhombische,
5) das monoklinoëdrische,
6) das triklinoëdrische.

Die Namen des zweiten, dritten und vierten Krystallisationssystems rühren vom Hrn. Prof. Breithaupt her.

*) Ich habe hierbei ein siebentes Krystallisationssystem noch unerwähnt gelassen, weil dahin gehörige Formen bis jetzt nur bei

Das erste dieser Krystallisationssysteme enthält die vielaxigen Formen, das zweite und dritte die einaxigen Formen mit absoluter Hauptaxe, das vierte, fünfte und sechste die einaxigen Formen mit relativer Hauptaxe. Die Axen, die zur Karakterisirung der Formen eines Krystallisationssystems dienen, nimmt man auch zur Bezeichnung der einzelnen Formen und Flächen.

---

einem künstlichen Salze, der unterschweflichtsauren Kalkerde, bei welchem sie Herr Prof. Mitscherlich zuerst nachgewiesen, und noch bei keinem Minerale beobachtet sind. Sie sind ausgezeichnet durch drei Axen, die sämmtlich ungleichartig sind, und von denen zwei untereinander rechtwinklig, und beide schiefwinklig gegen die dritte geneigt sind. Dieses Krystallisationssystem steht also rücksichtlich der Lage der Axen zwischen dem fünften und sechsten. Es ist von Herrn Mohs das hemianorthotype, von Herrn Naumann das diklinoëdrische Krystallisationssystem genannt.

Einfache und zusammengesetzte Formen der verschiedenen Krystallisationssysteme.

I.

Reguläres Krystallisationssystem.

Die zu diesem System gehörigen Formen sind durch drei Axen ausgezeichnet, die sämmtlich untereinander gleichartig und rechtwinklig sind. Sie haben deshalb unter allen Formen die gröfste Symmetrie. Man stellt sie so, dafs eine der drei rechtwinkligen Axen zur Hauptaxe genommen, und von den beiden andern eine dem Beobachter zugekehrt wird. Da alle diese drei Axen gleich sind, so ist es auch ganz gleichgültig, welche derselben zur Hauptaxe genommen wird, und die einmal gewählte kann jederzeit beliebig mit einer andern vertauscht werden. Die drei rechtwinkligen Axen werden auch die octaëdrischen genannt, und bei der Bezeichnung der einzelnen Formen und Flächen dieses Systems mit *a* bezeichnet. Unter den übrigen Axen, die sich bei den Formen dieses Krystallisationssystems finden, sind besonders noch vier andere gleichartige ausgezeichnet, welche die hexaë-



drischen Axen heifsen, und von denen eine jede in der Mitte von drei octaëdrischen Axen liegt. Je zwei benachbarte hexaëdrische Axen schneiden sich unter Winkeln von 70° 32′, eine jede hexaëdrische Axe schneidet jede der drei benachbarten octaëdrischen Axen unter Winkeln von 54° 44′.

A. Homoëdrische Formen.

1. Das Octaëder oder der Achtflächner.

Das Octaëder (Fig. 1.) ist von 8 gleichseitigen Dreiecken begränzt, hat also 12 Kanten und 6 Ecken.

Die Kanten sind untereinander gleich, die Ecken gleich und vierflächig.

Die drei octaëdrischen Axen verbinden je zwei entgegengesetzte Ecken; die durch zwei parallele Kanten gelegten Schnitte sind daher Quadrate. Die vier hexaëdrischen Axen verbinden die Mittelpunkte zweier parallelen Flächen.

Neigung zweier in der Octaëderecke gegenüberliegender

Flächen:	Kanten:
70° 32′	90°.

Neigung der Flächen in den Kanten:
109° 28′.

Jede Fläche des Octaëders schneidet die drei rechtwinkligen Axen auf eine gleiche Weise; die krystallographische Bezeichnung des Octaëders ist daher:

$$(a : a : a)\ *).$$

*) In manchen Fällen kann es von Interesse sein, jede der acht Flächen des Octaëders besonders zu bezeichnen. Man bezeichnet dann die vordere Hälfte der dem Beobachter zugekehrten horizontalen Axe mit $a_{,}$, die hintere mit $a'_{,}$, die rechte Hälfte der dem Beobachter parallelen horizontalen Axe mit $a_{,,}$, die linke mit $a'_{,,}$, die obere Hälfte der vertikalen Axe mit $a_{,,,}$, die untere derselben

Beispiele von Mineralien, die in dieser Form krystallisirt vorkommen, sind: Spinell, Magneteisenerz, Flufsspath.

2. Das Hexaëder oder der Sechsflächner.

Syn. Würfel.

Das Hexaëder (Fig. 13.) ist von 6 Quadraten begränzt, hat also 12 Kanten und 8 Ecken.

Die Kanten sind gleich, die Ecken gleich und dreiflächig.

Die drei octaëdrischen Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier paralleler Flächen; die vier hexaëdrischen Axen verbinden je zwei entgegengesetzte Ecken. Die Schnitte durch zwei diagonal gegenüberliegende Kanten sind Rechtecke.

Neigung der Flächen in den Kanten:

$$90^{\circ}.$$

Jede Fläche schneidet also eine der drei octaëdrischen Axen rechtwinklig, und ist den beiden andern parallel, ihr Zeichen daher

$$(a : \infty\, a : \infty\, a).$$

Beispiele: Flufsspath, Steinsalz, Eisenkies.

Octaëder und Hexaëder kommen häufig zusammen vor. Die Flächen der einen Form erscheinen in diesen Kombinationen als Abstumpfungsflächen der Ecken der andern (Fig. 14., 15., 16.). Sind die Abstumpfungsflächen so grofs, dafs sie sich in einem Punkte berühren (Fig. 15.), so heifst diese Kombination der Mittelkrystall zwischen Octaëder und Hexaëder,

---

mit $a'_{\prime\prime\prime}$; die Bezeichnung der acht Flächen des Octaëders ist dann folgende:

1)	$(a_{\prime} : a_{\prime\prime} : a_{\prime\prime\prime})$	5)	$(a_{\prime} : a_{\prime\prime} : a'_{\prime\prime\prime})$
2)	$(a'_{\prime} : a_{\prime\prime} : a_{\prime\prime\prime})$	6)	$(a'_{\prime} : a_{\prime\prime} : a'_{\prime\prime\prime})$
3)	$(a'_{\prime} : a'_{\prime\prime} : a_{\prime\prime\prime})$	7)	$(a'_{\prime} : a'_{\prime\prime} : a'_{\prime\prime\prime})$
4)	$(a_{\prime} : a'_{\prime\prime} : a_{\prime\prime\prime})$	8)	$(a'_{\prime} : a'_{\prime\prime} : a'_{\prime\prime\prime})$

oder schlechtweg der **Mittelkrystall**. Beispiele solcher Kombinationen finden sich besonders beim Bleiglanz und Eisenkies.

3. Das Dodecaëder oder der Zwölfflächner.

Syn. Rhombendodecaëder. Granatoëder.

Das Dodecaëder ist von 12 Rhomben begränzt, hat daher 24 Kanten und 14 Ecken.

Die Rhomben, welche die Flächen bilden, haben Winkel von 109° 28′ und 70° 32′.

Die Kanten sind gleich.

Die Ecken sind von zweierlei Art; 6 Ecken, *A*, sind vierflächig und liegen wie die Ecken beim Octaëder; 8 Ecken, *O*, sind dreiflächig und liegen wie die Ecken beim Hexaëder; wegen dieser Lage nennt man die erstern auch die **Octaëderecken**, die letztern die **Hexaëderecken** des Dodecaëders.

Die längern Diagonalen der Flächen verbinden die Octaëderecken, die kürzern die Hexaëderecken; erstere haben daher eine gleiche Lage wie die Kanten des Octaëders, letztere wie die Kanten des Hexaëders; und eine jede Fläche des Dodecaëders ist daher sowohl einer Octaëderkante, als auch einer Hexaëderkante parallel; sie schneidet nur zwei Octaëderaxen und diese gleich, während sie der dritten parallel ist; ihr Zeichen ist also:

$$(a : a : \infty\, a).$$

Neigung zweier in der Octaëderecke gegenüberliegender

Flächen:	Kanten:
90°	109° 28′.

Neigung der Flächen in den Kanten:
120°.

Beispiele: Granat, Haüyn, Sodalith.

Vorkommende Kombinationen:

Dodecaëder und Octaëder.

Die Flächen des Dodecaëders bilden am Octaëder gerade Abstumpfungsflächen der Kanten (Fig. 2., Spinell

von Zeilon); die Flächen des Octaëders am Dodecaëder gerade Abstumpfungsflächen der Hexaëderecken (Fig. 3., Magneteisenerz von Normarken in Schweden).

Dodecaëder und Hexaëder.

Die Flächen des Dodecaëders bilden am Hexaëder gerade Abstumpfungsflächen der Kanten (Fig. 17., Flufsspath von Drammen in Norwegen); die Flächen des Hexaëders am Dodecaëder gerade Abstumpfungsflächen der Octaëderecken (Fig. 42., ohne die Flächen *o*, Granat vom Vesuv).

Dodecaëder, Hexaëder und Octaëder.

Diese 3 Formen kommen häufig zusammen vor, und in den Kombinationen, die sie bilden, herrschen bald die Flächen der einen, bald die der andern vor.

Die Kombination dieser Formen mit vorherrschenden Octaëderflächen findet sich beim Bleiglanz von Harzgerade, beim Alaun u. s. w. (Fig. 2., wenn man sich die Octaëderecken der Flächen *d* schwach abgestumpft denkt).

Mit vorherrschenden Hexaëderflächen findet sie sich beim Diamant (Fig. 40., wenn man sich alle Hexaëderecken der Flächen *d* so abgestumpft denkt, wie es in der Figur nur einzelne sind).

Mit vorherrschenden Dodecaëderflächen beim Golde aus Brasilien (Fig. 42., wenn man sich sämmtliche Hexaëderecken wie in Fig. 3. abgestumpft denkt).

Kommen Octaëder und Hexaëder im Gleichgewicht vor, so erscheinen die Flächen des Dodecaëders als Abstumpfungsflächen der Ecken des Mittelkrystalls (Fig. 18., Speifskobalt von Riechelsdorf in Hessen).

4. Die Ikositetraëder oder Vierundzwanzigflächner.

Die Ikositetraëder sind von 24 Deltoiden oder symmetrischen Trapezoiden *) begränzt, und haben daher 48 Kanten und 26 Ecken.

---

*) Ein Deltoid oder symmetrisches Trapezoid (Taf. X.

Die Ecken sind von dreierlei Art: 6 Ecken, *A*, (Octaëderecken) liegen wie die Ecken des Octaëders; sie sind vierflächig und gleichkantig, und die 4 Flächen stofsen in ihnen mit den spitzesten Winkeln zusammen; 8 Ekken, *O*, (Hexaëderecken) liegen wie die Ecken des Hexaëders; sie sind dreiflächig und gleichkantig, die drei Flächen stofsen in ihnen mit den stumpfsten Winkeln zusammen; 12 Ecken liegen wie die Ecken des Mittelkrystalls; sie sind vierflächig und symmetrisch, die vier Flächen stofsen in ihnen mit den mittlern Winkeln zusammen.

Die Kanten sind von zweierlei Art: 24 längere, *D*, verbinden die octaëdrischen und die symmetrischen Ekken; 24 kürzere, *F*, verbinden die hexaëdrischen und die symmetrischen Ecken. Zwei zwischen zwei Octaëderekken liegende längere Kanten entsprechen daher in ihrer Lage einer Kante des Octaëders, zwei zwischen zwei Hexaëderecken liegende kürzere Kanten entsprechen einer Kante des Hexaëders.

Die Diagonalen, welche die gleichen Flächenwinkel und folglich auch die symmetrischen Ecken verbinden, haben eine gleiche Lage wie die Kanten des Mittelkrystalls zwischen Octaëder und Hexaëder; die Flächen der verschiedenen Ikositetraëder sind daher diesen Kanten parallel, und liegen zwischen den Flächen des Octaëders und Hexaëders. Je näher sie den Flächen des Octaëders liegen, je mehr werden auch die Ikositetraëder, denen sie angehören, im Allgemeinen das Ansehen eines Octaëders haben, je näher sie den Flächen des Hexaë-

---

Fig. 1.) ist ein solches, welches von zwei ungleichen Paaren gleicher Seiten eingeschlossen ist; die von den gleichen Seiten eingeschlossenen Winkel *D* und *C* sind untereinander ungleich, die von den ungleichen Seiten eingeschlossenen Winkel *E* untereinander gleich. Die Diagonale, welche die ungleichen Winkel verbindet, theilt das Deltoid in zwei congruente Dreiecke, die Diagonale, welche die gleichen Winkel verbindet, in zwei ungleiche aber gleichschenklige Dreiecke.

ders liegen, je mehr werden die Ikositetraëder das Ansehn eines Hexaëders haben.

Aus der angegebenen Lage der Ikositetraëderflächen ergiebt sich auch, dafs jede derselben, gehörig verlängert gedacht, alle drei octaëdrischen Axen schneidet, aber nur zwei gleich, und die dritte verschieden, und diese dritte so, dafs sie stets kleiner ist, als jede der beiden andern.

Man kennt mehrere Arten von Ikositetraëder, unter denen am häufigsten 2 vorkommen, deren Zeichen sind:

$(a : a : \frac{1}{2}a)$ und
$(a : a : \frac{1}{3}a)$.

Neigung zweier in der Octaëderecke gegenüberliegender

	Flächen:	Kanten:
von $(a : a : \frac{1}{2}a)$	109° 28′	126° 52′
von $(a : a : \frac{1}{3}a)$	129° 31′	143° 8′.

Neigung der Flächen

	in den Kanten *D*:	in den Kanten *F*:
von $(a : a : \frac{1}{2}a)$	131° 49′	146° 27′
von $(a : a : \frac{1}{3}a)$	144° 54′	129° 31′.

Das erste Ikositetraëder wird auch Leucitoëder genannt, weil es beim Leucit vorkommt, das zweite Leucitoid.

a) Das Leucitoëder, Fig. 6. Die dreierlei Winkel der Flächen desselben *) betragen: die einzelnen 117° 2′ und 78° 28′, und jeder der gepaarten 82° 15′. Die Diagonalen, welche die ungleichen Winkel verbinden, werden von denen, welche die gleichen Winkel verbinden, in $\frac{1}{3}$ ihrer Länge geschnitten; erstere haben eine gleiche Lage wie die Kanten des Dodecaëders, die Flächen des Leucitoëders sind daher diesen Kanten parallel.

Beispiele: Leucit, Granat, Analcim.

Vorkommende Kombinationen:

Leucitoëder und Dodecaëder.

Die Flächen des Leucitoëders bilden am Dodecaë-

---

*) Das Taf. X. Fig. 1. dargestellte Trapezoid stellt eine Fläche dieses Ikositetraëders dar.

der gerade Abstumpfungsflächen der Kanten (Fig. 5., Granat (Melanit) von Frascati bei Rom); die Flächen des Dodecaëders am Leucitoëder die Abstumpfungsflächen der symmetrischen Ecken (Granat (Grossular) vom Wilui-Flufs in Sibirien, Salmiak von Duttweiler).

Leucitoëder und Hexaëder.

Die Flächen des Leucitoëders bilden an den Ecken des Hexaëders dreiflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf den Flächen des Hexaëders aufgesetzt sind (Fig. 19., Analcim vom Fassa-Thal in Tyrol); die Flächen des Hexaëders am Leucitoëder gerade Abstumpfungsflächen der Octaëderecken (Analcim von den Cyclopischen Inseln).

Leucitoëder, Octaëder und Hexaëder.

Die Flächen des Leucitoëders erscheinen an der Kombination des Octaëders mit dem Hexaëder (Fig. 16.) untergeordnet als schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten (Fig. 16. *a*, Bleiglanz von Schemnitz in Ungarn; Rothkupfererz von Gumeschewskoj bei Katharinenburg im Ural).

Leucitoëder, Octaëder, Dodecaëder und Hexaëder.

Die Flächen des Leucitoëders erscheinen an der Kombination des Octaëders mit dem Dodecaëder, Fig. 2. als schwache Abstumpfungsflächen der übrig gebliebenen Theile der Kanten des Dodecaëders; die Flächen des Hexaëders als schwache Abstumpfungen der dadurch entstehenden Ecken (Fig. 10. *b*, Rothkupfererz von Gumeschewskoj).

b. Das Leucitoid, Fig. 7. Seine Flächen sind unter einem stumpfern Winkel gegen die Octaëderaxen geneigt, als die des Leucitoëders, daher treten in Vergleich mit dieser Form seine Octaëderecken weniger, seine Hexaëderecken dagegen mehr hervor. Es hat die bemerkenswerthe Eigenschaft, dafs zwei seiner Flächen in den schärfern Endkanten *F* ebenso gegen einander geneigt sind, als zwei seiner Flächen, die sich in den Oc-

taëderecken gegenüber liegen. Es findet sich zwar im Allgemeinen häufiger als das Leucitoëder, kommt jedoch viel seltener selbstständig vor; gewöhnlich erscheint es nur in Kombination mit andern Formen und in diesen auch meistens nur untergeordnet.

Beispiele: Gold von Veröspatak in Siebenbürgen, Silber von Kongsberg in Norwegen.

Vorkommende Kombinationen:

Leucitoid und Dodecaëder.

Die Flächen des Leucitoids bilden an den Octaëderecken des Dodecaëders vierflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf den Kanten des Dodecaëders gerade aufgesetzt sind (Fig. 9., ohne die Flächen *o*, Flufsspath vom Baveno).

Leucitoid und Hexaëder.

Die Flächen des Leucitoids bilden an den Ecken des Hexaëders ähnliche dreiflächige Zuspitzungen, wie die Flächen des Leucitoëders in der Fig. 19. dargestellten Kombination, nur sind die Zuspitzungen des Leucitoids spitzer *) (Flufsspath von Gersdorf bei Freiberg).

Leucitoid und Octaëder.

Die Flächen des Leucitoids bilden an den Ecken des Octaëders vierflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf den Flächen des Octaëders aufgesetzt sind (Fig. 10. *a*, Magneteisenstein von Traversella in Piemont). Die Zuspitzungen sind niedriger, als die, welche die Leucitoëderflächen bilden würden. Die Flächen des Octaëders bilden am Leucitoid gerade Abstumpfungsflächen der Hexaëderecken *O* (Fig. 8., Gold von Veröspatak, Silber von Kongsberg).

Leucitoid, Dodecaëder und Octaëder.

In den Kombinationen dieser 3 Formen herrschen

*) Die Höhen der dreiseitigen Pyramiden, welche man erhält, wenn man die Hexaëderecken des Hexaëders, Leucitoids und Leucitoëders durch einen der Octaëderfläche parallelen Schnitt abschneidet, verhalten sich bei gleicher Basis wie $1 : \frac{2}{3} : \frac{1}{4}$.

bald die Flächen des Dodecaëders, bald die des Octaëders vor.

Die Kombination dieser Formen mit vorherrschenden Dodecaëderflächen findet sich beim Magneteisenerz vom Brosso-Thal in Piemont. (Fig. 9.)

Die Kombination mit vorherrschendem Octaëder beim Zeilanit vom Vesuv, Fig. 10. Die Kanten, welche eine Leucitoidfläche mit den angränzenden Dodecaëderflächen macht, divergiren nach den Octaëderecken.

Leucitoid, Dodecaëder und Hexaëder.

In dieser Kombination herrschen meistentheils die Flächen des Hexaëders. Die Flächen des Dodecaëders bilden die Abstumpfungen der Kanten, die Flächen des Leucitoids die Zuspitzungen der Ecken. Die Kanten, welche eine Leucitoidfläche mit den angränzenden Dodecaëderflächen bildet, convergiren nach den Hexaëderecken. (Fig. 19. *a.* Flufsspath von Kongsberg.)

5. Die Triakisoctaëder oder Dreimalachtflächner.

Syn. Pyramidenoctaëder.

Die Triakisoctaëder, Fig. 24., sind von 24 gleichschenkligen Dreiecken begränzt, und haben daher 36 Kanten und 14 Ecken.

Die Ecken sind von zweierlei Art: 6 derselben, *A*, (Octaëderecken) sind achtflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Octaëders; 8 derselben, *O*, (Hexaëderecken) sind dreiflächig und gleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Hexaëders.

Die Kanten sind ebenfalls zweierlei Art: 12 derselben, *D*, sind länger und verbinden die Octaëderecken, haben folglich eine gleiche Lage, wie die Kanten des Octaëders; 12 andere, *G*, sind kürzer und verbinden die Octaëder- und Hexaëderecken; in den erstern sto-

ſsen zwei Flächen mit den Grundlinien, in den letztern mit den gleichen Schenkeln aneinander.

Man kann die Triakisoctaëder als Octaëder betrachten, auf deren Flächen dreiseitige Pyramiden von gleichen Grundflächen mit den Octaëderflächen aufgesetzt sind, und hat ihnen nach dieser Beschaffenheit auch ihren Namen gegeben. Auch das Dodecaëder kann man als ein solches Triakisoctaëder betrachten, welches sich nur dadurch von den andern unterscheidet, daſs bei ihm die Flächen zweier verschiedener Pyramiden, die in einer Octaëderkante zusammenstoſsen, in eine Ebene (die Dodecaëderfläche) fallen. Die Flächen der verschiedenen Triakisoctaëder liegen demnach zwischen den Flächen des Octaëders und des Dodecaëders; je näher an den erstern, je mehr werden die Triakisoctaëder, denen sie angehören, im Allgemeinen das Ansehn des Octaëders haben; je näher an den letztern, je mehr werden die Triakisoctaëder das Ansehn des Dodecaëders haben; die bekannten Triakisoctaëder haben indessen immer mehr das Ansehn des Octaëders.

Aus der angegebenen Lage der Triakisoctaëderflächen ergiebt sich, daſs sie, wie die Ikositetraëderflächen, zwei der octaëdrischen Axen gleich, und die dritte verschieden schneiden; aber diese letztere ist hier stets gröſser, als die der beiden gleichen.

Man kennt 3 Arten von Triakisoctaëdern, deren Zeichen sind:

$$(a : a : \tfrac{3}{2} a)$$
$$(a : a : 2a)$$
$$(a : a : 3a).$$

Neigung der Flächen

	in den Kanten D:	in den Kanten G:
von $(a : a : \tfrac{3}{2} a)$	129° 31′	162° 39½′
von $(a : a : 2a)$	141° 3′	152° 44′
von $(a : a : 3a)$	158° 28′	142° 8′.

Die Höhen der dreiseitigen Pyramiden, welche die

Hexaëderecken bilden, betragen bei diesen Triakisoctaëdern und dem Dodecaëder

$$\tfrac{1}{8},\ \tfrac{1}{5},\ \tfrac{2}{7} \text{ und } \tfrac{1}{2}$$

von den halben Flächenaxen (hexaëdrischen Axen) des eingeschlossenen Octaëders.

Bei dem ersten Triakisoctaëder haben die Diagonalen *) der Flächen eine gleiche Lage wie die Kanten *F* des Leucitoëders, bei dem zweiten wie die Kanten *F* des Leucitoids; letzteres ist in Fig. 24. dargestellt.

Die Triakisoctaëder sind selbstständig bis jetzt nur bei dem Diamante vorgekommen, wo man aber durch die Beschaffenheit der Flächen verhindert ist, die Winkel zu messen, um dadurch die Art der Triakisoctaëder, die sich hier findet, näher zu bestimmen. Bei den übrigen Mineralien kommen die Triakisoctaëder nur in Kombinationen mit andern Formen, und in diesen nur untergeordnet vor.

Vorkommende Kombinationen:

Das erste Triakisoctaëder, Leucitoëder und Granatoëder.

Die Flächen des ersten Triakisoctaëders erscheinen untergeordnet an der Kombination des Dodecaëders mit dem Leucitoëder (Fig. 5.) als gerade Abstumpfungsflächen der übrig gebliebenen Theile der stumpfern Kanten *F* des Leucitoëders (Fig. 5. *a*, Granat vom Brosso-Thal in Piemont).

Das dritte Triakisoctaëder und Octaëder.

Die Flächen des ersteren bilden Zuschärfungen der Kanten des Octaëders (Fig. 23., Flufsspath von Kongsberg in Norwegen).

---

*) Die Diagonale eines gleichschenkligen Dreiecks ist die senkrechte Linie, die aus der Spitze auf die Grundlinie gezogen ist. Ebenso kann man von Diagonalen eines gleichseitigen Dreiecks reden, es sind die senkrechten Linien, die aus einem Winkel auf die gegenüberliegenden Seiten gezogen sind.

Das dritte Triakisoctaëder, Dodecaëder und Octaëder.

Die Flächen des dritten Triakisoctaëders erscheinen untergeordnet an der Kombination des Dodecaëders mit dem Octaëder (Fig. 4.) als schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten (Fig. 3. *a*, Rothkupfererz von Gumeschewskoj).

Das zweite und dritte Triakisoctaëder, das Hexaëder und Octaëder.

Die Flächen des dritten Triakisoctaëders erscheinen an der Kombination des Hexaëders mit dem Octaëder (Fig. 14.) als schiefe, auf den Kanten des Hexaëders gerade aufgesetzte Abstumpfungsflächen der Ecken; die Flächen des zweiten Triakisoctaëders als schiefe Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen die Flächen des dritten Triakisoctaëders und des Octaëders (Fig. 14. *a*, Bleiglanz von Andreasberg am Harz und Wittichen in Baden).

6. Die Tetrakishexaëder oder Viermalsechsflächner.

Syn. Pyramidenwürfel.

Die Tetrakishexaëder (Fig. 22.) sind von 24 gleichschenkligen Dreiecken begränzt, und haben also 36 Kanten und 14 Ecken.

Die Ecken sind zweierlei Art: 8 derselben, *O*, (Hexaëderecken) sind sechsflächig, in der Regel symmetrisch, und haben dieselbe Lage wie die Ecken des Hexaëders; 6 derselben, *A*, (Octaëderecken) sind vierflächig, gleichkantig, und haben dieselbe Lage wie die Ecken des Octaëders.

Die Kanten sind auch zweierlei Art: 12 derselben, *D*, sind länger und verbinden die Hexaëderecken, haben folglich eine gleiche Lage wie die Kanten des Hexaëders; 12 andere, *G*, sind kürzer und verbinden eine Hexaëder- und eine Octaëderecke; in den erstern stofsen zwei Flächen

mit den Grundlinien, in den letztern mit den gleichen Schenkeln aneinander.

Die Tetrakishexaëder sind gleichsam Hexaëder, auf deren Flächen vierseitige Pyramiden, von gleichen Grundflächen mit den Hexaëderflächen, aufgesetzt sind. Auch das Dodecaëder kann man als ein Tetrakishexaëder betrachten, bei welchen nur die Flächen zweier verschiedenen Pyramiden, die in einer Hexaëderkante zusammenstofsen, in eine Ebene (die Dodecaëderfläche) zusammenfallen. Die Flächen der verschiedenen Tetrakishexaëder liegen demnach zwischen den Flächen des Hexaëders und des Dodecaëders; je näher an den erstern, je mehr werden die Tetrakishexaëder, denen sie angehören, das Ansehn des Hexaëders haben; je näher an den letztern, je mehr werden die Tetrakishexaëder das Ansehn des Dodecaëders haben.

Jede Fläche der Tetrakishexaëder ist wie beim Dodecaëder einer der drei Octaëderaxen parallel, während sie die andern nicht gleich, wie beim Dodecaëder, sondern verschieden schneidet.

Man kennt 5 Arten von Tetrakishexaëdern, deren Zeichen sind:

$$(\tfrac{3}{2}a : a : \infty a)$$
$$(2a : a : \infty a)$$
$$(\tfrac{5}{2}a : a : \infty a)$$
$$(3a : a : \infty a)$$
$$(5a : a : \infty a).$$

Neigung der Flächen

	in den Kanten F:	in den Kanten G:
von $(\tfrac{3}{2}a : a : \infty a)$	157° 23′	133° 49′
von $(2a : a : \infty a)$	143° 8′	143° 8′
von $(\tfrac{5}{2}a : a : \infty a)$	133° 36′	149° 33′
von $(3a : a : \infty a)$	126° 52′	154° 9′
von $(5a : a : \infty a)$	112° 37′	164° 3′.

Die Höhen der vierseitigen Pyramiden, welche die Octaëderecken dieser Tetrakishexaëder bilden, betragen

$$\tfrac{2}{3},\ \tfrac{1}{2},\ \tfrac{2}{5},\ \tfrac{1}{3},\ \tfrac{1}{5}.$$

von den halben Flächenaxen (octaëdrischen Axen) des eingeschlossenen Hexaëders. Bei dem Dodecaëder ist jene Höhe dieser halben Axe gleich.

Die zweite und vierte Art kommen unter den Tetrakishexaëdern am häufigsten vor; auch finden sie sich allein nur selbstständig.

Das Tetrakishaëder ($2a : a : \infty a$) ist dadurch ausgezeichnet, dafs die Winkel der Flächen in den Kanten *F* und *G* nicht nur untereinander gleich, die Hexaëderecken also gleichkantig sind, sondern dafs jene Winkel auch mit dem Winkel übereinkommen, unter welchem bei dem vierten Tetrakishexaëder zwei in einer Octaëderecke gegenüberliegende Flächen gegeneinander geneigt sind. Die Fig. 22. stellt diese Art von Tetrakishexaëder vor. Es findet sich selbstständig beim Golde und beim Kupfer.

Das Tetrakishexaëder ($a : a : \infty a$) findet sich bei dem Flufsspath aus England.

Vorkommende Kombinationen:

Das Tetrakishexaëder ($\frac{3}{2}a : a : \infty a$), Leucitoëder und Dodecaëder.

Die Flächen des Tetrakishexaëders erscheinen untergeordnet an der Kombination des Dodecaëders mit dem Leucitoëder (Fig. 5.) als Zuspitzungsflächen der Octaëderecken des Leucitoëders; die Zuspitzungsflächen sind auf den Flächen des Dodecaëders gerade aufgesetzt, und die Kanten, welche eine jede Zuspitzungsfläche mit den angränzenden Leucitoëderflächen bildet, convergiren nach der Octaëderecke zu (Granat von Friedberg in Oesterreichisch-Schlesien).

Das Tetrakishexaëder ($2a : a : \infty a$), Leucitoëder und Dodecaëder.

Die Flächen des erstern erscheinen untergeordnet an der Kombination des Leucitoëders (wie Fig. 5., nur dafs in diesem Falle gewöhnlich die Leucitoëderflächen

vorherrschen) als Abstumpfungsflächen der schärfern Kanten *F* des Leucitoëders (Fig. 5. *b*, Granat von Dognatzka im Bannat).

Das Tetrakishexaëder ($3a:a:\infty a$) und Hexaëder.

Die Flächen des Tetrakishexaëders treten gewöhnlich untergeordnet zum Hexaëder hinzu, und bilden an dieser Form Zuschärfungen der Kanten (Fig. 21., Flufsspath von Alston Moor in Cumberland). Seltener herrschen die Flächen des Tetrakishexaëders vor, in welchem Fall denn die Flächen des Hexaëders als Abstumpfungsflächen der gleichkantigen Ecken erscheinen (Flufsspath von Zinnwald in Böhmen).

Das Tetrakishexaëder ($\frac{5}{2}a:a:\infty a$), Hexaëder, Dodecaëder und Octaëder.

Das Hexaëder herrscht gewöhnlich vor, die Flächen des Octaëders und Dodecaëders erscheinen als gerade Abstumpfungsflächen seiner Ecken und Kanten, und die Flächen des Tetrakishexaëders als schiefe Abstumpfungsflächen seiner Kombinationskanten mit dem Dodecaëder (Fig. 21. *a*, Kupfer von Bogoslowsk im Ural, grüner Flufsspath aus England).

Das Tetrakishexaëder ($3a:a:\infty a$) findet sich in derselben Kombination am Flufsspath von Alston Moor in Cumberland.

Das Tetrakishexaëder ($5a:a:\infty a$) ebenso am Rothkupfererz von Gumeschewskoj im Ural.

7. Die Hexakisoctaëder oder Sechsmalachtflächner.

Die Hexakisoctaëder (Fig. 12.) sind von 48 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, und haben daher 72 Kanten und 26 Ecken.

Die Ecken sind von dreierlei Art: 6 Ecken, *A*, (Octaëderecken) sind achtflächig, symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Octaëders;

8 Ecken, *O*, (Hexaëderecken) sind sechsflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Hexaëders, und 12 Ecken, *E*, (mittlere Ecken) sind vierflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Mittelkrystalls.

Die Kanten sind ebenfalls dreierlei Art: 24 Kanten, *D*, verbinden die Octaëder- und die mittlern Ecken, und haben daher eine gleiche Lage, wie die längern Kanten *D* der Ikositetraëder; 24 andere Kanten, *F*, verbinden die Hexaëder- und die mittlern Ecken, und haben daher eine gleiche Lage, wie die kürzern Kanten *F* der Ikositetraëder; und 24 andere Kanten, *G*, verbinden die Octaëder- und die Hexaëderecken, und haben daher eine gleiche Lage, wie die Kanten *G* der Triakisoctaëder. Die erstern Kanten stehen in Rücksicht ihrer Länge zwischen den andern, die zweiten sind die kürzesten, die dritten die längsten Kanten.

Die Flächen der Hexakisoctaëder schneiden alle drei rechtwinkligen Axen und alle drei ungleich; man kennt bis jetzt 5 Arten von ihnen, deren Zeichen sind:

$$(a : \tfrac{1}{2}a : \tfrac{1}{3}a)$$
$$(a : \tfrac{1}{3}a : \tfrac{1}{4}a)$$
$$(a : \tfrac{1}{2}a : \tfrac{1}{4}a)$$
$$(\tfrac{1}{3}a : \tfrac{1}{5}a : \tfrac{1}{11}a)$$
$$(a : \tfrac{1}{3}a : \tfrac{1}{7}a).$$

Neigung der Flächen in den Kanten

D:	*F*:	*G*:
149° 0′	158° 13′	158° 13′
157 23	164 3	147 48
154 47	144 3	162 15
152 7	140 9	166 57
165 2	136 47	158 47.

Bei den erstern dieser Hexakisoctaëder treten die Octaëderecken, bei den letztern die Hexaëderecken mehr hervor. Die erstern könnten daher vorzugsweise Hexakisoctaëder, die letztern Octakishexaëder genannt werden,

3

doch ist dieser Unterschied bei den homoëdrischen Formen von keiner Bedeutung.

Die beiden ersten Hexakisoctaëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) und ($a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{4}a$) sind dadurch ausgezeichnet, dafs bei ihnen die Kanten G eine gleiche Lage haben, wie die Kanten des Dodecaëders *); sie haben daher das Ansehen von Dodecaëdern, auf deren Flächen vierseitige Pyramiden von gleichen Grundflächen mit den Dodecaëderflächen aufgesetzt sind, und können daher auch Tetrakisdodecaëder (Viermalzwölfflächner) genannt werden. Auch das Leucitoëder ist als ein solches Tetrakisdodecaëder zu betrachten, bei welchem nur die Flächen zweier verschiedenen Pyramiden, die in einer Dodecaëderkante zusammenstofsen, in eine Ebene (die Leucitoëderfläche) fallen. Die Höhen der vierseitigen Pyramiden dieser Tetrakisdodecaëder ($a:a:\infty a$), ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) und ($a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{4}a$) betragen $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{7}$ von der halben Flächenaxe des eingeschlossenen Dodecaëders.

Das Hexakisoctaëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) ist noch dadurch ausgezeichnet, dafs die Kanten F und G gleich, und seine Hexaëderecken folglich gleichkantig sind.

Die Hexakisoctaëder kommen nur selbstständig bei dem Diamante vor, wo aber die Unvollkommenheit der Krystalle keine nähere Bestimmung erlaubt, gewöhnlich finden sie sich nur in Kombinationen.

Vorkommende Kombinationen.

Das **Hexakisoctaëder** ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$), **Dodecaëder** und **Leucitoëder**.

Die Flächen des Hexakisoctaëders treten gewöhnlich untergeordnet zu der Kombination des Dodecaëders und Leucitoëders (Fig. 5.) hinzu, und bilden die Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten (Fig. 11., Granat von Långbanshytta in Wermeland, von Arendal in Norwegen u. s. w.).

---

*) Vergl. Fig. 12., welche das Hexakisoctaëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) darstellt, mit Fig. 4.

Das Hexakisoctaëder ($a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{4}a$), Dodecaëder und Leucitoëder.

Die Kombination ist ganz ähnlich der vorigen, und findet sich bei dem Granat von Cziklowa im Bannat.

Das Hexakisoctaëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a$) und Hexaëder.

Die Flächen des erstern bilden an den Ecken des letztern sechsflächige Zuspitzungen, bei denen immer zwei Flächen auf einer Kante des Hexaëders, und beide mit gleicher Neigung gegen die angränzenden Flächen aufgesetzt sind (Fig. 20., Flufsspath vom Münsterthal in Baden).

Die **Hexakisoctaëder** ($a:\frac{1}{7}a:\frac{1}{7}a$) und ($\frac{1}{3}a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{11}a$) finden sich auf eine gleiche Weise am Flufsspath von Cumberland und Derbyshire.

Die **Hexakisoctaëder** ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a$) und ($\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{11}a$) das **Hexaëder, Dodecaëder und Leucitoid.**

Die Flächen der beiden ersten Formen erscheinen untergeordnet an der Kombination der drei letzten (Fig. 19. *a.*) als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Dodecaëder und dem Leucitoid, so dafs die Flächen des erstern Hexakisoctaëders an die Flächen des Dodecaëders angränzen (Fig. 19. *b.*).

Allgemeine Betrachtungen über die homoëdrischen Formen des regulären Krystallisationssystems.

Es finden sich also in dem regulären Krystallisationssystem, wie aus dem Vorigen hervorgeht, 7 Arten von homoëdrischen Formen, die von 8, 6, 12, 24 und 48 Flächen umschlossen, und nach der Zahl ihrer Flächen und deren Vertheilung benannt werden. Diese Formen sind:

1) das Octaëder ($a:\ a:\ a$),
2) das Hexaëder ($a:\infty a:\infty a$),
3) das Dodecaëder ($a:\ a:\infty a$),

4) die Ikositetraëder $(a: \quad a: \frac{1}{m} a)$ *),
5) die Triakisoctaëder $(a: \quad a: m a)$,
6) die Tetrakishexaëder $(a: m a: \infty a)$,
7) die Hexakisoctaëder $(a: \frac{1}{m} a: \frac{1}{n} a)$.

Andere als diese Formen können in dem regulären Krystallisationssystem nicht vorkommen, denn die Flächen dieser Formen haben alle Lagen, welche Ebenen annehmen können, die sich gegen drei rechtwinklige Axen gleich verhalten sollen. Eine Fläche schneidet nämlich:

1) alle drei Axen,
   a) alle drei Axen in gleicher Länge: beim Octaëder,
   b) alle drei Axen in ungleicher Länge: bei den Hexakisoctaëdern,
   c) zwei Axen in einer gleichen und von der der dritten verschiedenen Länge:
      aa) die dritte Axe ist kleiner als jede der beiden gleichen: bei den Ikositetraëdern,
      bb) die dritte Axe ist gröſser als jede der beiden gleichen: bei den Triakisoctaëdern;
2) nur zwei Axen, während sie der dritten parallel ist,
   a) beide Axen in gleicher Länge: beim Dodecaëder,
   b) beide Axen in ungleicher Länge: bei den Tetrakishexaëdern,
3) nur eine Axe, während sie den beiden andern parallel ist: beim Hexaëder.

Octaëder, Hexaëder und Dodecaëder sind nur die einzigen Formen ihrer Art, die es giebt, aber von den übrigen Formen, den Ikositetraëdern, Triakisoctaëdern, Tetrakishexaëdern und Hexakisoctaëdern kommen von jeder Art stets mehrere vor. Die Flächen dieser Formen schneiden die octaëdrischen Axen verschieden, aber die Längen dieser drei Axen, die eine jede Fläche dieser Formen bestimmt, stehen untereinander stets in einfachen

*) Wo *m*, wie später *n*, ganze oder gebrochene rationale Zahlen bedeuten, die gröſser sind als 1.

und rationalen Verhältnissen. Bei den Hexakisoctaëdern z. B. finden sich nur Verhältnisse von $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4}$ oder $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$ u. s. w., bei den Ikositetraëdern von $1 : 1 : \frac{1}{2}$ oder $1 : 1 : \frac{1}{3}$. Sehr complicirte oder irrationale Verhältnisse kommen hierbei nie vor, und selbst unter den möglichen finden sich immer nur die allereinfachsten.

Aus der Art und Weise, wie die Flächen dieser Formen die drei octaëdrischen Axen schneiden, ergiebt sich schon, in welchen einfachen Verhältnissen dieselben untereinander stehen. Man übersieht diesen Zusammenhang noch besser, wenn man die Lage der Flächen dieser Formen in den verschiedenen Zonen betrachtet. Die wichtigsten dieser Zonen sind aber folgende:

1. Zonen, deren Axen die Eckenaxen des Octaëders (die octaëdrischen Axen) sind.

Da es drei solcher Axen giebt, so giebt es auch drei solcher Zonen. In denselben liegen die Flächen:

1) des Hexaëders $(a : \infty a : \infty a)$,
2) der verschiedenen Tetrakishexaëder $(a : ma : \infty a)$,
3) des Dodecaëders $(a : a : \infty a)$.

Die Flächen, die einer dieser Zonen angehören, haben alle in ihren Zeichen wenigstens ein ∞a; eine Hexaëderfläche liegt auch noch einer zweiten Octaëderaxe parallel; eine Fläche der Tetrakishexaëder schneidet die beiden andern Axen verschieden, eine Dodecaëderfläche gleich.

Da eine Kante des Hexaëders ebenfalls einer Octaëderaxe parallel ist, so kann man diese Zonen Kantenzonen des Hexaëders nennen.

2. Zonen, deren Axen die Kantenaxen des Octaëders sind.

Es giebt sechs solcher Zonen; in ihnen liegen die Flächen:

1) des Dodecaëders $(a : a : \infty a)$,
2) der verschiedenen Triakisoctaëder $(a : a : ma)$,
3) des Octaëders $(a : a : a)$,

4) der verschiedenen Ikositetraëder $(a : a : \frac{1}{m} a)$,

5) des Hexaëders $(\infty a : \infty a : a)$.

Sie haben alle in ihren Zeichen zwei Axen mit gleichen Coëfficienten; eine Dodecaëderfläche liegt der dritten Axe parallel; die Flächen der Triakisoctaëder, des Octaëders und der Ikositetraëder schneiden die dritte Axe so, dafs diese länger, ebenso lang oder kürzer als jede der beiden andern Axen ist; eine Fläche des Hexaëders schneidet die dritte Axe allein, und ist den beiden andern Axen parallel. Da die Axen dieser Zonen den Kanten des Octaëders parallel sind, so kann man diese Zonen **Kantenzonen des Octaëders** nennen.

3. **Zonen, deren Axen die Flächenaxen des Octaëders (die hexaëdrischen Axen) sind.**

Es giebt vier solcher Zonen; in ihnen liegen die Flächen:

1) des Leucitoëders $(a : a : \frac{1}{2} a)$,

2) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} a)$,

3) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{4} a)$,

4) des Dodecaëders $(a : \infty a : a)$.

Die Eigenschaft der Flächen der genannten Formen in diese Zonen zu fallen, ist nicht unmittelbar aus dem Zeichen für ihre Flächen ersichtlich; von den meisten ersicht man sie an der Fig. 11. *).

Da die Axen dieser Zonen den Kanten des Dodecaëders parallel sind, so kann man diese Zonen **Kantenzonen des Dodecaëders** nennen.

4. **Zonen, deren Axen die Diagonalen der Octaëderflächen sind (Diagonalzonen des Octaëders).**

---

*) Schreibt man das Zeichen einer Fläche so, dafs die gröfste (endliche) Axe, oder wofern zwei sich gleich sind, die gröfsten der drei Axen in der Einheit genommen werden, und bezeichnet $\frac{1}{m}$ den Werth der kleinsten Axe, so gehören in diese Zonen die Flächen, deren Zeichen ist $(a : \frac{1}{m-1} a : \frac{1}{m} a)$.

Es giebt zwölf solcher Zonen; in ihnen liegen die Flächen:

1) des Dodecaëders $(a : \infty a : a)$,
2) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} a)$*),
3) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{2} a : \frac{1}{4} a)$,
4) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{3}{5} a : \frac{3}{11} a)$,
5) des Ikositetraëders $(a : a : \frac{1}{3} a)$,
6) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{7} a)$,
7) des Tetrakishexaëders $(a : \frac{1}{2} a : \infty a)$,
8) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} a)$,
9) des Hexakisoctaëders $(a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} a)$,
10) des Octaëders $(a : a : a)$.

Die Flächen der ersten sieben Formen liegen an einer, die der drei andern an der benachbarten Hexaëderecke.

Auch bei den Zeichen dieser Flächen ist es nicht unmittelbar ersichtlich, dafs letztere in eine Diagonalzone des Octaëders fallen; bei denen, die zwischen dem Dodecaëder und dem Ikositetraëder $(a : a : \frac{1}{3} a)$ liegen, ersieht man diese Eigenschaft aus Fig. 19. *b* **).

Aufser diesen vier Arten von Zonen gehen noch andere Zonen von den Kanten der übrigen Formen des regulären Krystallisationssystems aus, doch sind die genannten Zonen die wichtigsten.

---

*) Diefs Hexakisoctaëder ist zwar noch nicht beobachtet worden, doch ist es hier mit aufgeführt, weil der Hälftflächner desselben vorkommt. In eine und dieselbe Zone fallen zwei Flächen desselben, die an zwei benachbarten Hexaëderecken liegen.

**) Zwischen dem Dodecaëder und dem Ikositetraëder $(a : a \frac{1}{3} a)$ fallen alle Flächen, deren Zeichen unter obiger Voraussetzung $(a : \frac{1}{m-2} a : \frac{1}{m} a)$ ist; zwischen dem Ikositetraëder $(a : a : \frac{1}{3} a)$ und dem Tetrakishexaëder $(a : \frac{1}{2} a : \infty a)$ alle Flächen, deren Zeichen $(a : \frac{2}{m-1} a : \frac{1}{m} a)$ ist; zwischen dem Tetrakishexaëder $(a : \frac{1}{2} a : \infty a)$ und dem Octaëder endlich alle Flächen, deren Zeichen $(a : \frac{2}{m+1} a : \frac{1}{m} a)$ ist; es sind das Tetrakishexaëder und das Hexakisoctaëder, welche gleichkantige Hexaëderecken haben.

B. Hemiëdrische Formen.

1. Das Tetraëder oder der Vierflächner.

Syn. Hemioctaëder oder Halbachtflächner.

Das Tetraëder (Fig. 25.) ist von 4 gleichseitigen Dreiecken begränzt, hat also 6 Kanten und 4 Ecken.

Die Kanten sind gleich, die Ecken ebenfalls gleich und dreiflächig.

Die drei octaëdrischen Axen verbinden die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Kanten. Die vier hexaëdrischen Axen verbinden die Mittelpunkte der Flächen mit den diesen gegenüberliegenden Ecken. Das Tetraëder hat also keine parallele Flächen.

Neigung der Flächen in den Kanten:
70° 32′.

Die Linien, welche auf den Flächen die Mittelpunkte der Kanten verbinden, haben eine gleiche Lage, wie die Kanten des Octaëders; daraus ergiebt sich, dafs das Tetraëder der Hälftflächner des Octaëders ist und aus demselben entsteht, wenn die abwechselnden Flächen desselben so an Gröfse zunehmen, dafs die andern ganz aus der Begränzung verdrängt werden. Je nachdem sich nun aber die einen oder die andern abwechselnden Flächen ausdehnen, entstehen aus dem Octaëder immer zwei Tetraëder, Fig. 25. und 26., die einander gleich und ähnlich, sich nur von einander durch ihre Lage unterscheiden, indem das eine gegen das andere um eine vertikale Axe um 90° gedreht erscheint. Sind beide Tetraëder auszuzeichnen, so heifse dasjenige, welches Fig. 25. dargestellt ist, und bei welchem diejenige Fläche des Octaëders sich ausdehnt, die zur Rechten der vordern obern Octaëderkante liegt, das rechte Tetraëder, dasjenige, welches Fig. 26. dargestellt ist, und bei welchem diejenige Fläche sich ausdehnt, die zur Linken der vordern obern Octaëderkante liegt, das linke Tetraëder. Da beide Te-

traëder gleich sind, so sind sie natürlich, wenn sie einzeln vorkommen, nicht zu unterscheiden, es sei denn, dafs sie noch durch andere Merkmale ausgezeichnet sind, wie diefs nicht selten vorkommt *); wo diefs nicht der Fall ist, hat dieser Unterschied nur eine Bedeutung, wo sie zusammen in Kombination sich finden. Aber auch hier ist es gleichgültig, welches Tetraëder zum rechten oder linken genommen wird. Bei den Zeichnungen ist das Tetraëder, welches ohne das andere sich in Kombination mit andern Formen findet, und auch sonst nicht durch bestimmte Merkmale ausgezeichnet ist, immer wie ein rechtes dargestellt.

Die Bezeichnung der Flächen des Tetraëders und der hemiëdrischen Formen im Allgemeinen ist, wie die des Octaëders und der homoëdrischen Formen, von denen sie abstammen. Soll in dem Zeichen die Hemiëdrie selbst angedeutet werden, so wird dem Zeichen der homoëdrischen Form der Bruch $\frac{1}{2}$ vorgesetzt. Die rechte oder linke hemiëdrische Form kann durch die Buchstaben *r* und *l* unterschieden werden. Die Bezeichnung der beiden Tetraëder ist also:

$$\tfrac{1}{2}r(a:a:a) \text{ und } \tfrac{1}{2}l(a:a:a).$$

Tetraëder kommen vor bei dem Fahlerz, Helwin und der Zinkblende.

Vorkommende Kombinationen:

Das rechte und linke Tetraëder.

Die Flächen des einen Tetraëders erscheinen als Abstumpfungsflächen der Ecken des andern (Fig. 31., Fahlerz, Zinkblende).

Tetraëder und Hexaëder.

Die Flächen des Hexaëders bilden an dem Tetraëder die Abstumpfungen der Kanten (Fig. 27.), die Flächen des Tetraëders am Hexaëder die Abstumpfungen

*) Bei dem Borazite z. B. sind die Flächen des einen Tetraëders stets matt, die Flächen des andern stets glänzend.

der abwechselnden Ecken (Fig. 37., Würfelerz aus Cornwall).

Tetraëder und Dodecaëder.

Die Flächen des Tetraëders bilden an dem Dodecaëder die Abstumpfungen der abwechselnden Hexaëderecken (Fig. 42., ohne die Flächen *a*, Fahlerz von Schwaz in Tyrol).

Die Flächen des Dodecaëders an den Ecken des Tetraëders dreiflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf den Flächen des Tetraëders gerade aufgesetzt sind (Fig. 32., Fahlerz von Kapnik in Siebenbürgen, von Dillenburg u. s. w.).

Tetraëder, Dodecaëder und Hexaëder.

In den Kombinationen dieser drei Formen herrschen bald die Flächen der einen, bald der andern vor. Alle diese Fälle finden sich beim Borazit von Lüneburg. Bei Fig. 38. herrschen die Flächen des Tetraëders vor; bei Fig. 40. die Flächen des Hexaëders; bei Fig. 42. die Flächen des Dodecaëders.

Dodecaëder, Hexaëder, rechtes und linkes Tetraëder.

Zu den Kombinationen des Hexaëders und Dodecaëders treten sowohl die Flächen des rechten, als auch des linken Tetraëders hinzu, und in diesen Kombinationen sind bald die Flächen des rechten, bald des linken Tetraëders gröfser (Fig. 39., Borazit von Lüneburg).

2. Die Triakistetraëder oder Dreimalvierflächner.

Syn. Pyramidentetraëder, Hemiikositetraëder, Halbvierundzwanzigflächner.

Die Triakistetraëder (Fig. 29.) sind von 12 gleichschenkligen Dreiecken begränzt, haben also 18 Kanten und 8 Ecken.

Die Ecken sind von zweierlei Art: 4 derselben, *I*,

sind sechsflächig und in der Regel symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Tetraëders; 4 andere, *O*, sind dreiflächig und gleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die Mittelpunkte der Flächen des Tetraëders.

Die Kanten sind ebenfalls von zweierlei Art: 6 derselben, *X*, sind länger und verbinden die symmetrischen Ecken, haben also eine gleiche Lage, wie die Kanten des Tetraëders; 12 andere, *F*, sind kürzer und verbinden die symmetrischen und gleichkantigen Ecken; in den erstern stofsen zwei Flächen mit den Grundlinien, in den letztern mit den gleichen Schenkeln aneinander.

Die Triakistetraëder haben demnach das Ansehn von Tetraëdern, auf deren Flächen dreiseitige Pyramiden von gleichen Grundflächen, wie die Flächen des Tetraëders, aufgesetzt sind; weshalb sie auch nach dieser Eigenschaft Triakistetraëder genannt werden. Auch das Hexaëder kann man als ein solches Triakistetraëder betrachten, bei welchem nur die Flächen zweier verschiedenen Pyramiden, die in eine Tetraëderkante zusammenstofsen, in eine Ebene (die Hexaëderfläche) fallen.

Die Linien, welche auf den Flächen die Mittelpunkte der längern Kanten mit denen der kürzern verbinden, haben eine gleiche Lage, wie die längern Kanten *D* der Ikositetraëder (Fig. 6.); man ersieht daraus, dafs die Triakistetraëder die hemiëdrischen Formen der Ikositetraëder sind, und aus denselben entstehen, wenn die Flächen, welche um ihre abwechselnden Hexaëderecken liegen, so an Gröfse zunehmen, dafs die dazwischen liegenden ganz verdrängt werden. Je nachdem nun die einen oder die andern dieser Flächengruppen fortfallen, entstehen aus jedem Ikositetraëder zwei Triakistetraëder von verschiedener Stellung, Fig. 29. und 30., die sich gegen einander verhalten, wie die zwei Tetraëder, die aus dem Octaëder entstehen, und wie jene in rechte und linke unterschieden werden.

Man kennt mehrere Arten von Triakistetraëdern, die wichtigsten sind die Hälftflächner der zwei, S. 23., angeführten Ikositetraëder; ihre Zeichen sind daher:

$$r\tfrac{1}{2}(a:a:\tfrac{1}{2}a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(a:a:\tfrac{1}{2}a)$$
$$r\tfrac{1}{2}(a:a:\tfrac{1}{3}a) \text{ und } l\tfrac{1}{4}(a:a:\tfrac{1}{3}a).$$

Neigung der Flächen:

	in den Kanten *X*:	in den Kanten *F*:
von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{2}a)$	109° 28′	146° 27′
von $\frac{1}{2}(a:a:\frac{1}{3}a)$	129 31	129 31.

Das zweite dieser Triakistetraëder ist durch die Gleichheit seiner längern und kürzern Kanten ausgezeichnet, wodurch die tetraëdrischen Ecken gleichkantig werden; es findet sich jedoch nur in Kombination, dagegen das erstere Ikositetraëder selbstständig, z. B. auf der Zilla bei Clausthal, vorkommt.

Vorkommende Kombinationen:

a) des Triakistetraëders $(a:a:\frac{1}{2}a)$.

Das Triakistetraëder mit dem Tetraëder, beide von gleicher Stellung.

Die Flächen des Triakistetraëders bilden an dem Tetraëder Zuschärfungsflächen der Kanten (Fig. 28., Fahlerz); die Flächen des Tetraëders an dem Triakistetraëder Abstumpfungsflächen der dreiflächigen Ecken *O*.

Das Triakistetraëder und Tetraëder von gleicher Stellung und Dodecaëder.

Die Flächen des Dodecaëders bilden, wie bei Fig. 32., dreiflächige Zuspitzungen der Ecken, erscheinen aber bei der Anwesenheit der Flächen des Triakistetraëders, wenn sie, wie gewöhnlich, nur so grofs sind, dafs sie die Tetraëderflächen in einem Punkte berühren, als Rhomben. Die Flächen der Triakistetraëder bilden hier, wie in Fig. 5., Abstumpfungsflächen der Kanten des Dodecaëders, aber diese Abstumpfungsflächen sind hier sehr breit, und betreffen nur die Kanten, in welchen zwei Dodecaëderflä-

chen zusammenstofsen würden, die an verschiedenen Tetraëderecken liegen (Fig. 33., Fahlerz von Felsöbanya).

Die vorige Kombination mit den Flächen des linken Triakistetraëders.

Die Flächen dieser letztern Form erscheinen als schmale Abstumpfungsflächen der Kanten zweier Dodecaëderflächen, die an derselben Tetraëderecke liegen, und bilden also an den Tetraëderecken dreiflächige Zuspitzungen, deren Flächen auf den tetraëdrischen Kanten aufgesetzt sind (Fig. 33. *a*, Fahlerz von Dillenburg).

Die Kombination, Fig. 42., mit den Flächen des linken Tetraëders und Triakistetraëders.

Die Flächen des linken Tetraëders bilden die Abstumpfungen der in der Kombination, Fig. 42., noch freien Hexaëderecken des Dodecaëders; die Flächen des Triakistetraëders die Abstumpfungen der Kanten des Dodecaëders, die die Flächen des linken Tetraëders berühren (Fig. 41., Borazit von Lüneburg; in dieser Kombination sind bald die Flächen des linken, bald die des rechten Tetraëders gröfser).

b) des Triakistetraëders ($a:a:\frac{1}{3}a$).

Die Triakistetraëder ($a:a:\frac{1}{3}a$) und ($a:a:\frac{1}{2}a$) und das Tetraëder, alle in gleicher Stellung.

Die Flächen von ($a:a:\frac{1}{3}a$) bilden an der Kombination, Fig. 28., Zuschärfungsflächen der tetraëdrischen Kanten, so dafs das Tetraëder an den Kanten doppelt zugeschärft erscheint (Fahlerz von der Zilla zu Clausthal).

Das Triakistetraëder ($a:a:\frac{1}{3}a$) und Dodecaëder.

Die Flächen des Triakistetraëders bilden an dem Dodecaëder Zuschärfungsflächen der Octaëderecken, so dafs die Zuschärfungsflächen auf zwei gegenüberliegenden Kanten des Dodecaëders aufgesetzt sind, und, wenn wie gewöhnlich die Flächen des Triakistetraëders bis zu den Hexaëderecken des Dodecaëders reichen, die abwechseln-

den Hexaëderecken dadurch sechsflächig werden, während die andern abwechselnden dreiflächig bleiben (Zinkblende von Kapnik in Ungarn).

3. Die Deltoiddodecaëder.

Syn. Hemitriakisoctaëder, Halbdreimalachtflächner.

Die Deltoiddodecaëder (Fig. 35.) sind von 12 Deltoiden oder symmetrischen Trapezoiden begränzt, und haben folglich 24 Kanten und 14 Ecken.

Die Ecken sind von dreierlei Art: 6 Ecken, *A*, sind symmetrisch und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Octaëders; 4 Ecken, *I*, sind dreiflächig und gleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Tetraëders, und 4 andere Ecken, *O*, sind dreiflächig und gleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die gleichkantigen Ecken der Triakistetraëder.

Die Kanten sind von zweierlei Art: 12 schärfere, *X*, verbinden die octaëdrischen und tetraëdrischen Ecken; 12 stumpfere, *G*, die octaëdrischen und gleichkantigen Ecken *O*.

Die Diagonalen der Flächen, welche die gleichen Winkel verbinden, haben eine gleiche Lage, wie die octaëdrischen Kanten der Triakisoctaëder; es ergiebt sich daraus, dafs die Deltoiddodecaëder die hemiëdrischen Formen der Triakisoctaëder sind, und aus denselben entstehen, wenn die Flächen, die um die abwechselnden Hexaëderecken liegen, so an Gröfse zunehmen, dafs die andern ganz verdrängt werden. Auch hier entstehen durch das Gröfserwerden der einen oder der andern abwechselnden Flächengruppen zwei Deltoiddodecaëder, Fig. 35. und 36., die sich in ihrer Lage wie die zwei aus dem Octaëder entspringenden Tetraëder verhalten.

Man kennt bis jetzt nur eine Art von Deltoiddodecaëder, nämlich die Hälftflächner der ersten Art der Triakisoctaëder, deren Zeichen sind:

$$r\,\tfrac{1}{2}(a:a:\tfrac{3}{2}a) \text{ und } l\,\tfrac{1}{2}(a:a:\tfrac{3}{2}a).$$

	Neigung der Flächen	
	in den Kanten *D*:	in den Kanten *X*:
	162° 39½′	82° 10′.

Diese Deltoiddodecaëder sind bis jetzt nicht selbstständig vorgekommen.

Vorkommende Kombinationen:

Das Deltoiddodecaëder, Triakistetraëder $(a : a : \frac{1}{2}a)$, von gleicher Stellung mit dem ersteren, und das Dodecaëder.

Die Flächen des Deltoiddodecaëders erscheinen an der Kombination des Triakistetraëders und Dodecaëders (Fig. 33., ohne die Tetraëderflächen) als Abstumpfungsflächen der kürzern Kanten *F* des Triakistetraëders (Fig. 34., Fahlerz von Dillenburg).

4. Die Hexakistetraëder oder Sechsmalvierflächner.

Syn. Hemihexakisoctaëder oder Halbsechsmalachtflächner.

Die Hexakistetraëder (Fig. 43.) sind von 24 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, haben daher 36 Kanten und 14 Ecken.

Die Ecken sind von zweierlei Art: 4 Ecken, *I*, sind sechsflächig und in der Regel symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Tetraëders; 6 Ekken, *A*, sind vierflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Octaëders, und 4 Ekken, *O*, sind sechsflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken *O* der Triakistetraëder und Deltoiddodecaëder.

Die Kanten sind ebenfalls dreierlei Art: 12 Kanten, *X*, verbinden die Octaëder- und die Tetraëderecken, und entsprechen daher den Kanten *X* der Deltoiddodecaëder; 12 Kanten, *G*, verbinden die Octaëderecken mit den Ecken *O*, und haben daher eine gleiche Lage, wie die Kanten *G* der Deltoiddodecaëder; 12 andere

Kanten, *F*, verbinden die Tetraëderecken mit den Ecken *O*, und haben daher eine gleiche Lage, wie die Kanten *F* der Triakistetraëder. Die erstern stehen in Rücksicht ihrer Länge zwischen den andern, die zweiten sind die kürzesten, die dritten die längsten Kanten.

Die Hexakistetraëder sind die Hälftflächner der Hexakisoctaëder, und entstehen aus denselben, wenn die um die abwechselnden Hexaëderecken liegenden Flächen so an Gröfse zunehmen, dafs die andern ganz verdrängt werden. Die aus jedem Hexakisoctaëder entstehenden Hälftflächner verhalten sich gegen einander, wie die beiden Tetraëder, die aus dem Octaëder entstehen.

Es sind bis jetzt nur zwei Arten bekannt, deren Zeichen sind:

$$r\tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{3}a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{3}a)$$
$$r\tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{5}a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{5}a).$$

Neigung der Flächen in den Kanten

	X:	*F*:	*G*:
von $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$	110° 55′	158° 13′	158° 13′
von $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$	122 53	152 20	152 20.

Die erste Art ist der Hälftflächner eines bekannten Hexakisoctaëders; das zur zweiten Art gehörige Hexakisoctaëder ist indessen bis jetzt noch nicht vorgekommen. Auch die Hälftflächner der übrigen vorkommenden Hexakisoctaëder sind noch nicht bekannt.

Die beiden vorkommenden Hexakistetraëder sind dadurch ausgezeichnet, dafs die Neigung ihrer Flächen in den Kanten *F* und *G* gleich ist, und dafs ihre Ecken *O* daher gleichkantig sind.

Das erste Hexakistetraëder $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ findet sich an der Kombination Fig. 33. Da es der Hälftflächner eines Tetrakisdodecaëders ist, so bilden seine Flächen schiefe Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Dodecaëder und Triakistetraëder (Fig. 33. *b*, Fahlerz von Ilanz am Rhein).

Das

Das **zweite Hexakistetraëder** ($a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a$) kommt häufiger vor, und findet sich an der Kombination des Hexaëders, Dodecaëders und der beiden Tetraëder (Fig. 39.). Die Flächen des Hexakistetraëders erscheinen als Abstumpfungsflächen der Kombinationsecken der Flächen des einen (rechten) Tetraëders (Fig. 39. *a*). Da diese letzteren die geraden Abstumpfungsflächen der Ecken *O* des Hexakistetraëders bilden, die in diesem Fall gleichkantig sind, so schneiden die Flächen des Hexakistetraëders die Flächen des Tetraëders in Kanten, die den Diagonalen derselben parallel sind, und die Tetraëderflächen würden die Gestalt eines regulären Sechsecks haben, wenn die um eine jede herumliegenden Hexakistetraëderflächen so grofs wären, dafs sie sich alle berührten. Die Flächen des andern (linken) Tetraëders sind von den Flächen des Triakistetraëders ($a:a:\frac{1}{2}a$) umgeben (Fig. 39. *b*, Borazit von Lüneburg).

5. Die Pentagondodecaëder.

Syn. Hemitetrakishexaëder, Halbviermalsechsflächner.

Die Pentagondodecaëder (Fig. 49.) sind von 12 symmetrischen Fünfecken *) begränzt, haben also 30 Kanten und 20 Ecken.

Die Ecken sind von zweierlei Art, doch sämmtlich dreiflächig; 8 Ecken, *O*, sind gleichkantig und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Hexaëders; 12 Ecken, *U*, sind zweierleikantig, und liegen zu zweien zwischen vier der andern. In den erstern stofsen die Flächen mit

*) Ein symmetrisches Fünfeck (Taf. X. Fig. 2.) ist ein solches, welches vier gleiche Seiten, *b*, und zwei Paare gleicher Winkel *DD* und *EE* hat. Die fünfte einzelne Seite, *a*, liegt dem fünften einzelnen Winkel, *C*, gegenüber, und heifst die Grundlinie des symmetrischen Fünfecks. Bei den Flächen der verschiedenen Pentagondodecaëder ist der einzelne Winkel bald gröfser, bald kleiner, als jeder der Winkel an der Grundlinie; die mittlern Winkel stehen aber auch in ihren Gröfsen stets zwischen den andern.

den mittlern, in den letztern mit einem einzelnen mit zwei Winkeln an der Grundlinie zusammen.

Die Kanten sind von zweierlei Art: die einen, *Y*, sind 6 an der Zahl und verbinden die ungleichkantigen Ecken untereinander (Grundkanten); die andern, 24 an der Zahl, verbinden die ungleichkantigen Ecken mit den gleichkantigen. In den erstern stofsen zwei Flächen mit den Grundlinien, in den letztern mit zwei von den gleichen Seiten zusammen.

Die drei octaëdrischen Axen verbinden die Mittelpunkte zweier gegenüberliegender Grundkanten. Die vier hexaëdrischen Axen verbinden zwei entgegengesetzte Hexaederecken *O*. Je zwei entgegengesetzte Flächen sind parallel.

Die Linien, welche auf den Flächen die mittlern Winkel *E* verbinden, haben dieselbe Lage, wie die hexaëdrischen Kanten der Tetrakishexaëder; daraus ergiebt sich, dafs die Pentagondodecaëder die Hälftflächner der Tetrakishexaëder sind, und aus denselben entstehen, wenn die abwechselnden Flächen so grofs werden, dafs die dazwischen liegenden ganz fortfallen. Je nachdem nun die einen oder die andern abwechselnden Flächen fortfallen, entstehen aus jedem Tetrakishexaëder zwei Pentagondodecaëder, Fig. 49. und 50., die, wie die zwei Tetraëder, die aus dem Octaëder entspringen, einander gleich und ähnlich, sich nur in ihrer Lage unterscheiden, aber in ihrer Beschaffenheit dadurch wesentlich von den Tetraëdern unterschieden sind, dafs sie parallele Flächen, diese aber keine dergleichen haben.

Man kennt mehrere Pentagondodecaëder, die nur zum Theil die Hälftflächner von bekannten Tetrakishexaëdern sind. Die Zeichen der am häufigsten vorkommenden sind:

$$r\tfrac{1}{2}(\tfrac{4}{3}a : a : \infty a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(\tfrac{4}{3}a : a : \infty a)$$
$$r\tfrac{1}{2}(\tfrac{3}{2}a : a : \infty a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(\tfrac{3}{2}a : a : \infty a)$$
$$r\tfrac{1}{2}(2a : a : \infty a) \text{ und } l\tfrac{1}{2}(2a : a : \infty a).$$

Neigung der Flächen	in den Grundkanten Y:	in den Kanten Z:
von $\frac{1}{2}(\frac{4}{3}a:a:\infty a)$	106° 16′	118° 41′
von $\frac{1}{2}(\frac{3}{2}a:a:\infty a)$	112° 37′	117° 29′
von $\frac{1}{2}(2a:a:\infty a)$	126° 52′	113° 35′.

Das Pentagondodecaëder $(2a:a:\infty a)$, Fig. 49., wird auch Pyritoëder (von *Pyrites*, Eisenkies, weil es bei diesem Minerale vorzugsweise vorkommt) genannt. Es findet sich von allen ähnlichen Formen am häufigsten, und ist das einzige, welches selbstständig vorkommt. Die dreierlei Winkel der Flächen betragen: der einzelne Winkel 121° 35′, jeder der mittlern 106° 36′, jeder der Winkel an der Grundlinie 102° 36′. Es ist der Hälftflächner eines bekannten Tetrakishexaëders, und findet sich sehr ausgezeichnet beim Eisenkies und Kobaltglanz.

Vorkommende Kombinationen:

Pyritoëder und Hexaëder.

Die Flächen des Hexaëders bilden am Pyritoëder die geraden Abstumpfungsflächen der Grundkanten; die Flächen des Pyritoëders am Hexaëder schiefe Abstumpfungsflächen der Kanten, so daſs immer zwei gegenüberliegende Abstumpfungsflächen über dieselbe Hexaëderfläche geneigt sind (Fig. 53.). Beide Kombinationen finden sich am Eisenkies von Elba und Kobaltglanz von Tunaberg in Schweden.

Pyritoëder und Octaëder.

Die Flächen des Octaëders bilden am Pyritoëder die geraden Abstumpfungsflächen der Hexaëderecken (Eisenkies von Elba); die Flächen des Pyritoëders am Octaëder Zuschärfungen der Ecken; die Zuschärfungsflächen sind auf zwei gegenüberliegenden Kanten, und bei den verschiedenen Octaëderecken stets auf zwei verschiedenen Kanten aufgesetzt (Fig. 48., Kobaltglanz von Tunaberg.

Auch der Mittelkrystall zwischen beiden Formen

(Fig. 52.), bei welchem die Octaëderflächen so grofs sind, dafs sie bis zu den Grundkanten des Pyritoëders reichen, kommt nicht selten beim Eisenkies und Kobaltglanz vor. Er hat Aehnlichkeit mit dem Ikosaëder der Geometrie, doch sind seine Flächen nicht gleich; die acht Flächen, welche dem Octaëder angehören, sind gleichseitige Dreiecke; die zwölf Flächen, welche dem Pyritoëder angehören, gleichschenklige Dreiecke.

Pyritoëder, Hexaëder und Octaëder.

Diese drei Formen kommen häufig zusammen vor, und in den Kombinationen, die sie bilden, herrschen bald die Flächen des Pyritoëders, bald die des Hexaëders (Fig. 54.), bald die des Octaëders vor (Eisenkies und Kobaltglanz).

Pyritoëder und Dodecaëder.

Die Flächen des Dodecaëders bilden an dem Pyritoëder Abstumpfungsflächen der Ecken an den Grundkanten; die Abstumpfungsflächen sind auf den Grundkanten gerade aufgesetzt, und schneiden die Pyritoëderflächen in Kanten, die den gegenüberliegenden Grundkanten parallel sind (Eisenkies von Elba).

Pyritoëder, Hexaëder und Dodecaëder.

Die Flächen des Dodecaëders erscheinen untergeordnet in der Kombination der erstern, bei welcher bald die Hexaëderflächen, wie in Fig. 53., bald die Pyritoëderflächen vorherrschen, als schiefe Abstumpfungsflächen der kürzern Kombinationskanten (Eisenkies von Elba).

Die Flächen der andern Pentagondodecaëder, die auch Pyritoide genannt werden, treten nur untergeordnet zum Pyritoëder oder zu der Kombination des Pyritoëders und Hexaëders hinzu, und bilden an diesen Formen ähnliche Abstumpfungen, wie die Dodecaëderflächen, von denen sie nur durch ihre verschiedenen Winkel zu unterscheiden sind.

6. Die Trapezoidikositetraëder.

Syn. Hemioctakishexaëder, Halbachtmalsechsflächner.

Die Trapezoidikositetraëder (Fig. 45.) sind von 24 unregelmäfsigen Trapezoiden, welche aber zwei an einander liegende gleiche Seiten haben, begränzt; sie haben 48 Kanten und 26 Ecken.

Die Ecken sind von dreierlei Art: 8 Ecken, *O*, sind dreiflächig, gleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Hexaëders; 6 Ecken, *A*, sind vierflächig und symmetrisch, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken des Octaëders; 12 Ecken, *U*, sind vierflächig und ungleichkantig, und haben eine gleiche Lage, wie die Ecken an den Grundkanten der Pentagondodecaëder.

Die Kanten sind auch von dreierlei Art: Die einen, *Z*, 24 an der Zahl, verbinden die gleichkantigen Ecken mit den ungleichkantigen; die andern, *Y*, 12 an der Zahl, verbinden die symmetrischen Ecken mit den ungleichkantigen, und die dritten, ebenfalls 12 an der Zahl, verbinden die symmetrischen Ecken mit den ungleichkantigen. Die dreierlei Kanten entsprechen in ihrer Lage den zweierlei Kanten der Pentagondodecaëder und den Linien, die auf den Flächen derselben senkrecht auf die Grundkanten gezogen werden.

Die Trapezoidikositetraëder sind die Hälftflächner der Octakishexaëder oder Hexakisoctaëder, und entstehen aus denselben, wenn man von den in den Kanten *D* anliegenden Flächenpaaren (Fig. 12.) die einen oder die andern abwechselnden vergröfsert (Fig. 45. und 46.). Das Gesetz, nach welchem diese Hälftflächner aus den Hexakisoctaëdern entstehen, ist also dasselbe, nach welchem die Pentagondodecaëder aus den Tetrakishexaëdern entstehen; denn zwei in einer Kante *D* angränzende Flächen der Hexakisoctaëder entsprechen immer einer Fläche der Tetrakishexaëder. Die Trapezoidikositetraëder haben also auch, wie die Pentagondodecaëder, noch pa-

rallele Flächen, unterscheiden sich also bestimmt von den andern Hälftflächnern der Hexakisoctaëder, den Hexakistetraëdern (Fig. 43.), die nach dem Gesetz der Tetraëder entstehen und keine parallelen Flächen haben.

Man kennt 3 Arten von Trapezoidikositetraëdern, deren Zeichen sind:

$$r \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{3}a) \text{ und } l \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{3}a)$$
$$r \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{4}a) \text{ und } l \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{4}a)$$
$$r \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{5}a) \text{ und } l \ddagger \tfrac{1}{2}(a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{5}a).$$

Das Zeichen $\ddagger$ ist bei der Bezeichnung dieser Formen zum Unterschied der Hexakistetraëder hinzugefügt; beide Arten von Hälftflächnern der Hexakisoctaëder kommen übrigens nie zusammen vor, daher auch nicht leicht eine Verwechselung statt finden wird, und man der Kürze halber das Zeichen $\ddagger$ bei der Bezeichnung der Trapezoidikositetraëder in den meisten Fällen wird weglassen können.

Neigung der Flächen in den Kanten

	V:	*X*:	*Z*:
von $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$	149° 0′	115° 23′	141° 47′
von $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$	154 47	128 15	131 49
von $\frac{1}{2}(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{5}a)$	160 32	118 59	131 5.

Diese Trapezoidikositetraëder kommen in der Regel in Kombinationen vor; nur die beiden ersten finden sich zuweilen auch selbstständig, wie z. B. bei dem Eisenkies vom Brosso-Thal in Piemont. Das erste Trapezoidikositetraëter ist das, welches Fig. 45. und 46. dargestellt ist. Das zweite Trapezoidikositetraëder ist dadurch ausgezeichnet, dafs seine Flächen nicht, wie bei den übrigen Arten, Trapezoide, sondern Trapeze sind, indem die Kante *V* mit der gegenüberliegenden Kante *Z* parallel ist.

Vorkommende Kombinationen:

Trapezoidikositetraëder $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ und Hexaëder.

Die Flächen des Hexaëders bilden an dem Trape-

zoidikositetraëder die geraden Abstumpfungen der Octaëderecken (Fig. 47., Eisenkies vom Brosso-Thal). Reichen die Abstumpfungsflächen bis zu den Ecken *U*, wie es gewöhnlich der Fall ist, so bilden die Flächen des Trapezoidikositetraëders Trapezoide, die in ihrer Gestalt den Rhomben, welche die Hexaëderflächen darstellen, ziemlich nahe kommen, und auch früher dafür gehalten worden sind, indem man die Kombination für eine einfache, von 30 Rhombenflächen begränzte Form betrachtete.

Die Flächen des Trapezoidikositetraëders bilden an dem Hexaëder dreiflächige Zuspitzungen der Ecken; die Zuspitzungsflächen sind auf den Kanten des Hexaëders schief aufgesetzt, und neigen sich alle nach derselben Seite (Fig. 53. *a*, ohne die Fläche *o*, Eisenkies von Facebay in Siebenbürgen).

Trapezoidikositetraëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$), Hexaëder und Octaëder.

Zu der vorigen Kombination treten noch die Octaëderflächen hinzu, und bilden die Abstumpfungsflächen der Zuspitzung der Hexaëderecken. Die Flächen des Octaëders bilden ein gleichseitiges Dreieck (Fig. 53. *a*, Eisenkies von Facebay).

Trapezoidikositetraëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$) und Pyritoëder.

Die Flächen des Trapezoidikositetraëders bilden an dem Pyritoëder dreiflächige Zuspitzungen der Hexaëderecken, und schneiden die Flächen des Pyritoëders in Kanten, die den Diagonalen der Pyritoëderflächen, und also den Kanten, worin diese von den Octaëderflächen geschnitten werden, parallel sind (Fig. 51., Eisenkies von Elba).

Trapezoidikositetraëder ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a$), Pyritoëder und Octaëder.

Die Flächen des Octaëders erscheinen an der vorigen Kombination als gerade Abstumpfungsflächen der drei-

flächigen Zuspitzung; die Flächen des Trapezoidikositetraëders bilden daher schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten des Pyritoëders und Octaëders (Fig. 51. *a*, Eisenkies von Elba).

Die Trapezoidikositetraëder $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)$ und $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}a)$, das Pyritoëder und Hexaëder.

Zu der Kombination (Fig. 47.) treten noch die Flächen des Pyritoëders $\frac{d}{2}$ und des Trapezoidikositetraëders $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4})=n$ hinzu. Die Flächen des letztern bilden Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Trapezoidikositetraëder $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a)=s$ und dem Hexaëder *a*, und schneiden die Pyritoëderfläche $\frac{d}{2}$ in Kanten, die untereinander parallel sind (Fig. 47. *a*, Eisenkies vom Brosso-Thal).

Allgemeine Betrachtungen über die hemiëdrischen Formen des regulären Krystallisationssystems.

Aus dem Vorigen ergiebt sich, dafs die hemiëdrischen Formen des regulären Krystallisationssystems aus den homoëdrischen Formen dadurch entstehen, dafs die einzelnen abwechselnden Flächen, oder die Flächenpaare, die an den abwechselnden gleichen Kanten liegen, oder die Flächengruppen, die um die abwechselnden gleichen Ecken liegen, so grofs werden, dafs die dazwischen liegenden ganz fortfallen.

Durch Gröfserwerden der abwechselnden Flächen entstehen die Tetraëder und die Pentagondodecaëder.

Durch Gröfserwerden abwechselnder Paare von Flächen entstehen die Trapezoidikositetraëder.

Durch Gröfserwerden von dreiflächigen Flächengruppen entstehen die Triakistetraëder und die Deltoiddodecaëder, von sechsflächigen Flächengruppen die Hexakistetraëder.

Je nachdem die einen oder die andern abwechselnden Flächen, Flächenpaare oder Flächengruppen gröfser

werden, entstehen aus jeder homoëdrischen Form jedesmal zwei hemiëdrische Formen, die sich in Rücksicht der Zahl und Gestalt der Flächen ganz gleich, aber in ihrer gegenseitigen Stellung verschieden sind, indem die eine gegen die andere um 90° um eine vertikale Axe gedreht erscheint. Dieser Winkel hängt von den drei unter sich rechtwinkligen Axen ab, und findet daher auch bei den hemiëdrischen Formen anderer Krystallisationssysteme statt, wo solche drei Axen vorkommen, nicht aber bei denen, wo sich andere Axen finden.

Da die hemiëdrischen Formen, die aus einer homoëdrischen entstehen, ganz gleich sind, so ergiebt sich auch, dafs nur solche Formen, die nach den angeführten Gesetzen in zwei symmetrische Hälftflächner zerfallen können, im Stande sind, Hälftflächner zu bilden. Hexaëder und Dodecaëder, bei welchen diefs nicht der Fall ist, können daher keine Hälftflächner bilden.

Die beschriebenen hemiëdrischen Formen des regulären Krystallisationssystems sind nur diejenigen, welche bis jetzt als in der Natur vorkommend bekannt, nicht aber alle die, welche möglich sind. So können die Hexakisoctaëder auch nach einzelnen Flächen hemiëdrisch werden, und die Hexakistetraëder können wiederum nach einzelnen Fällen hemiëdrisch werden, und also tetartoëdrische Formen bilden, wie dergleichen auch bei andern Krystallisationssystemen bekannt sind. Da diese Formen aber bis jetzt noch nicht vorgekommen sind, so ist es hinreichend, ihrer nur als möglich zu erwähnen, um auf sie aufmerksam zu sein.

Die hemiëdrischen Formen zerfallen nach der Lage ihrer Flächen in zwei Abtheilungen. Bei den einen verschwinden, bei dem Gröfserwerden der abwechselnden Flächen oder Flächengruppen, die parallelen Flächen oder Flächengruppen der bleibenden, bei den andern nicht. Die einen haben daher keine parallelen Flächen, die andern haben parallele Flächen. Die erstern bilden die

geneigtflächigen, die letztern die parallelflächigen Hälftflächner. Zu den erstern gehören:

das Tetraëder,
die Triakistetraëder,
die Deltoiddodecaëder,
die Hexakistetraëder.

Zu den letztern:

die Pentagondodecaëder,
die Trapezoidikositetraëder.

Diese Beschaffenheit der hemiëdrischen Formen hängt ab theils von der Symmetrie der Flächen der homoëdrischen Formen, theils von dem Gesetz, nach welchem die Formen hemiëdrisch werden.

Die verschiedenen geneigtflächigen hemiëdrischen Formen können zusammen in Kombinationen vorkommen, wie auch die verschiedenen parallelflächigen, und Formen aus beiden Abtheilungen kommen mit den homoëdrischen Formen zusammen vor. Unter den oben beschriebenen Kombinationen finden sich eine Menge Beispiele der Art, aber geneigtflächige und parallelflächige Hälftflächner sind noch nie in Kombinationen beobachtet worden, wiewohl sich der Grund davon nicht einsehen läfst.

Unter allen vorkommenden Formen des regulären Krystallisationssystems, den homoëdrischen und hemiëdrischen, sind das Octaëder, Hexaëder, Dodecaëder, das erste Ikositetraëder oder Leucitoëder, das Tetraëder und das dritte Pentagondodecaëder, oder das Pyritoëder, die wichtigsten, da diese Formen am häufigsten vorkommen, sich sehr häufig selbstständig finden, und ihre Flächen in den Kombinationen, die sie bilden, meistens vorherrschen. Diefs ist bei den andern Formen weniger oder gar nicht der Fall, sie sind deshalb von geringerer Wichtigkeit.

II.

Zwei- und einaxiges Krystallisations-system.

Die zu diesem System gehörigen Formen sind durch drei Axen ausgezeichnet, die sämmtlich untereinander rechtwinklig, von denen aber nur zwei untereinander gleichartig und also von der dritten verschieden sind. Diese letztere ist die einzige einzelne Axe, die sich bei den Formen des zwei- und einaxigen Krystallisationssystems findet, daher sie auch eine Hauptaxe bildet, und die hierher gehörigen Formen so gestellt werden, dafs bei ihnen diese Axe vertikal ist. Von den beiden andern Axen, die nun als Nebenaxen betrachtet werden, wird, wie bei den Formen des regulären Systems, die eine dem Beobachter zugekehrt, so dafs die andre ihm parallel ist. Die Hauptaxe wird mit *c*, jede der Nebenaxen mit *a* bezeichnet.

Unter den übrigen Axen, die bei den Formen dieses Krystallisationssystems vorkommen, sind besonders noch zwei andere unter sich gleichartige Axen zu berücksichtigen, die in der Ebene der erstern Nebenaxen mitten zwischen denselben liegen, und diese daher unter Winkeln von 45° schneiden. Sie mögen zum Unterschiede der erstern Nebenaxen die zweiten Nebenaxen heifsen.

Die in diesem Krystallisationssystem vorkommenden einfachen Formen sind folgende:

A. Homoëdrische Formen.

1. Quadratoctaëder.

Die Quadratoctaëder *) (Fig. 1., Zirkon) sind von 8 gleichschenkligen Dreiecken begränzt, haben also 12 Kanten und 6 Ecken.

Die Kanten sind von zweierlei Art: 4 Kanten, *G*, in denen die Flächen mit den Grundlinien an einander stofsen, und 8 Kanten, *D*, 4 obere und 4 untere, in denen die Flächen mit den gleichen Schenkeln aneinanderstofsen. Die erstern bilden die Seitenkanten, die andern die Endkanten.

Die Ecken sind von zweierlei Art: 2 Ecken, *C* (Endecken), sind vierflächig und gleichkantig; 4 Ecken, *A* (Seitenecken), sind vierflächig und symmetrisch. Erstere liegen an den Enden der Hauptaxe, letztere in gewissen Fällen, doch nicht immer, wie gleich näher angeführt werden wird, an den Enden der Nebenaxen.

Der Schnitt, welcher durch die Seitenkanten eines Quadratoctaëders gelegt wird, ist ein Quadrat; die zwei Schnitte dagegen, welche durch die Endkanten gelegt werden, sind Rhomben. Der erstere Schnitt heifst die Basis, und nach ihrer Beschaffenheit haben die Quadratoctaëder ihren Namen erhalten.

Wie in dem regulären Krystallisationssystem das reguläre Octaëder, so ist in dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem ein Quadratoctaëder die Form, welche in der einfachsten Beziehung zu den drei Grundaxen des Systems steht, und auf welches daher alle übrige Formen des Systems bezogen werden; es unterscheidet sich aber von dem regulären Octaëder dadurch, dafs dieses nur die

---

*) Sie sind im Folgenden der Kürze halber zuweilen auch Octaëder ohne weitern Beisatz genannt, wo eine Verwechselung mit dem regulären Octaëder nicht möglich war.

einzige Form ihrer Art ist, aus der Beschaffenheit eines Quadratoctaëders aber schon hervorgeht, dafs es eine grofse Menge ähnlicher Formen geben kann. Die gleichschenkligen Dreiecke, die ein Quadratoctaëder begränzen, können nämlich spitzer oder stumpfer sein, und werden demnach zwar immer Formen gleicher Art, aber doch bald spitzere, bald stumpfere Quadratoctaëder bilden. Im Allgemeinen nennt man ein Quadratoctaëder spitz oder stumpf, wenn seine Hauptaxe länger oder kürzer ist, als jede seiner andern Eckenaxen. Das reguläre Octaëder, bei welchem sämmtliche Eckenaxen gleich sind, steht also in der Mitte zwischen den spitzen und stumpfen Quadratoctaëdern.

Dergleichen spitze und stumpfe Quadratoctaëder kommen oft bei einer und derselben Mineralgattung vor. Die sich hier findenden Quadratoctaëder unterscheiden sich aber nicht blofs in Hinsicht ihrer Winkel, sondern auch in Hinsicht ihrer Stellung, und bilden in dieser Hinsicht zwei Abtheilungen oder Ordnungen. Die Quadratoctaëder der einen Ordnung erscheinen nämlich gegen die der andern Ordnung wie um 45° um ihre Hauptaxe gedreht, so dafs also die Endkanten der Octaëder der einen Ordnung sich in der Richtung der Diagonalen der Octaëder der andern Ordnung befinden. Hiernach ist nun auch ihre Lage gegen die ersten Nebenaxen verschieden; denn während bei den einen die Endpunkte der ersten Nebenaxen in den Seitenecken, die der zweiten in den Mitten der Seitenkanten liegen, befinden sich bei den andern umgekehrt die Endpunkte der ersten Nebenaxen in den Mitten ihrer Seitenkanten, und die Endpunkte der zweiten Nebenaxen in den Seitenecken. Die Basis der Quadratoctaëder dieser beiden Ordnungen haben also gegen einander und gegen die ersten Nebenaxen dieselbe Lage, wie in Taf. X. Fig. 3. die beiden Quadrate *AA* und *GG* gegen einander und gegen die zwei Linien *aa'*.

Wie bei den Arten von Formen des regulären Kry-

stallisationssystems, die in mehrfacher Zahl vorkommen können, z. B. den Ikositetraëdern, Triakisoctaëdern u. s. w., die Zahl der vorkommenden Formen sehr beschränkt ist, und sich hier nur solche finden, deren Axen untereinander in einfachen und rationalen Verhältnissen stehen, so ist diefs auch bei den verschiedenen Quadratoctaëdern der Fall, die bei einer bestimmten Mineralgattung vorkommen, indem sich auch hier nur solche finden, deren Axen untereinander in ebenso einfachen Verhältnissen stehen. Um diese Verhältnisse übersehen zu können, bezieht man sie alle auf eines, welches nun die Grundform bildet und das Hauptquadratoctaëder, oder auch kurz Hauptoctaëder genannt wird. Welches unter den vorhandenen man dazu wählt, ist an und für sich gleichgültig; man nimmt gewöhnlich das dazu, das am häufigsten vorkommt, oder dessen Flächen in den Kombinationen am meisten vorzuherrschen pflegen, oder zu welchem alle übrigen vorkommenden Formen in dem einfachsten Verhältnisse stehen. Sonst kann man für die Wahl dieser Grundform keine bestimmte Regeln angeben. Die Eckenaxen dieses Hauptoctaëders werden als die Grundaxen des Systems betrachtet, mit ihnen die Axen aller übrigen Octaëder verglichen, und danach die zwei Ordnungen, die unter ihnen vorkommen, bestimmt. Diejenigen, welche mit dem Hauptoctaëder gleicher Ordnung sind, werden Octaëder erster Ordnung, und diejenigen, welche mit dem Hauptoctaëder verschiedener Ordnung sind, Octaëder zweiter Ordnung benannt. Nur die Flächen der Quadratoctaëder erster Ordnung schneiden sämmtliche Grundaxen des Systems; die Flächen der Quadratoctaëder zweiter Ordnung schneiden von den ersten Nebenaxen nur die einen, während sie den andern parallel sind. Die Bezeichnung der verschiedenen Quadratoctaëder ist daher folgende:

die der Grundform (*a* : *a* : *c*),

die der Octaëder erster Ordnung $(a: \quad a:mc)$,
die der Octaëder zweiter Ordnung $(a:\infty\, a:mc)$,
in welchen Zeichen m immer eine einfache rationale, ganze oder gebrochene Zahl bedeutet.

Man kann sich leicht vorstellen, wie die verschiedenen Quadratoctaëder erscheinen, wenn sie mit der Grundform zusammen vorkommen. Die Flächen der Octaëder erster Ordnung, welche stumpfer sind als die Grundform, erscheinen, wenn sie untergeordnet zu dieser hinzutreten, an den Endecken als Zuspitzungen, deren Flächen auf den Flächen der Grundform gerade aufgesetzt sind; die Flächen der spitzern Octaëder erster Ordnung an den Seitenkanten als Zuschärfungen derselben. Das erstere sieht man bei Fig. 57., die eine Form des Anatases darstellt, wo o die Flächen der Grundform, also $(a:a:c)$, und $\frac{o}{3}$ die Flächen eines stumpfern Octaëders $(a:a:\frac{1}{3}c)$ sind.

Die Flächen der Quadratoctaëder zweiter Ordnung erscheinen, wenn ihre Flächen ebenso gegen die Hauptaxe geneigt sind, wie die Kanten der Grundform, an den Endkanten als gerade Abstumpfungen derselben; wenn sie stumpfer sind, an den Endecken als Zuspitzungen, deren Flächen auf den Kanten aufgesetzt sind; wenn sie spitzer sind, an den Seitenecken als Zuschärfungen, deren Flächen auf den Endkanten aufgesetzt sind. Das Erstere ersieht man bei Fig. 58., die, wie Fig. 57., eine Form des Anatases darstellt, oder bei Fig. 63., die eine Form des Zinnsteins darstellt, das Letztere bei Fig. 57. In allen diesen Fällen sind o die Flächen der Hauptoctaëder dieser Mineralgattungen, d die Flächen eines Octaëders zweiter Ordnung, dessen Flächen eben solche Winkel, $2d$ die Flächen eines solchen Octaëders, dessen Flächen spitzere Winkel gegen die Hauptaxe bilden, als die Kanten der Grundform.

Unter den Octaëdern, die nächst der Grundform in

der Regel am häufigsten vorkommen, gehören ein stumpferes Octaëder zweiter Ordnung, dessen Flächen gegen die Hauptaxe so geneigt sind, wie die Endkanten der Grundform, und ein spitzeres Octaëder eben dieser Ordnung, dessen Endkanten gegen die Hauptaxe geneigt sind, wie die Flächen der Grundform. Man nennt diese Octaëder das erste stumpfere und das erstere spitzere Octaëder der Grundform; die Flächen des erstern erscheinen, wenn sie untergeordnet zur Grundform hinzutreten, wie schon angeführt, als Abstumpfungsflächen der Endkanten; die Flächen des letztern als Zuschärfungsflächen der Seitenecken, so aber, dafs sie die Flächen der Grundform in Kanten schneiden, die untereinander und den Diagonalen der Flächen der Grundform parallel sind. In den Fig. 58. und 57. stellen also die Flächen *d* die Flächen des ersten stumpfern, die Flächen 2*d* die Flächen des ersten spitzern Octaëders der Grundform *o* dar.

Aufser diesen Octaëdern finden sich noch andere Octaëder, die zu ihnen in demselben Verhältnisse stehen, wie sie zur Grundform, und die nun das erste spitzere oder stumpfere des ersten spitzern oder stumpfern der Grundform, oder in Bezug auf diese das zweite spizzere oder stumpfere Octaëder bilden, und so kann man sich ein drittes, viertes ..... spitzeres oder stumpferes Octaëder der Grundform vorstellen. Man kann auf diese Weise eine ganze Reihe von Octaëdern bilden, die von der Grundform aus nach der einen Seite stumpfer, und nach der andern Seite spitzer werden, und von welchen je zwei benachbarte in dem Verhältnisse stehen, dafs die Flächen des einen so gegen die Hauptaxe geneigt sind, wie die Endkanten des andern. Zwei benachbarte Octaëder dieser Reihe sind dann immer verschiedener, die abwechselnden Octaëder gleicher Ordnung; die Grundform, das zweite, vierte, sechste .... spitzere und stumpfe-

pfere Octaëder sind also erster Ordnung, das erste, dritte, fünfte .... Octaëder zweiter Ordnung.

Die mathematischen Verhältnisse, die unter den Gliedern dieser Reihe statt finden, sind sehr einfach. Ist das Quadrat *AA*, Taf. X. Fig. 4., die Basis der Grundform so sind bei gleichen Hauptaxen die Quadrate *GG* und *FF* die Basen des ersten stumpfern und des ersten spitzern Octaëders. Das Quadrat *GG* ist aber gerade noch einmal, und das Quadrat *FF* nur halb so grofs als das Quadrat *AA*. Wie sich das Quadrat *AA* zu dem Quadrate *GG* verhält, so verhält sich dieses zu dem Quadrate, welches die Basis des zweiten stumpferen Octaëders bildet u. s. f. Die Basen dieser Reihe nehmen daher bei gleichen Hauptaxen von den stumpfern zu den spitzern in einer geometrischen Progression ab, und verhalten sich, wenn man die Basis der Grundform $=1$ setzt, wie die Zahlen

$$\ldots : 16 : 8 : 4 : 2 : 1 : \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{4} : \tfrac{1}{8} : \tfrac{1}{16} : \ldots$$

Vergleicht man nur die Basen der Octaëder erster Ordnung, so verhalten sie sich wie die Zahlen

$$\ldots : 16 : 4 : 1 : \tfrac{1}{4} : \tfrac{1}{16} : \ldots$$

eine jede ihrer Nebenaxen daher wie

$$\ldots : 4 : 2 : 1 : \tfrac{1}{2} : \tfrac{1}{4} : \ldots$$

Da nun die ersten stumpfern Glieder dieser Octaëder gleich grofse, wenn gleich in Bezug auf die Seitenkanten verschieden gelegene Nebenaxen haben, so bilden die Nebenaxen der Octaëder zweiter Ordnung gerade dieselbe Reihe.

Vergleicht man die Hauptaxen der Octaëder bei gleichen Nebenaxen, so stehen jene dann in einem umgekehrten Verhältnisse, wie diese; sie nehmen zu bei den spitzern, und nehmen ab bei den stumpfern Octaëdern; die Bezeichnung der verschiedenen Octaëder dieser Reihe ergiebt sich daher nun leicht. Die Bezeichnung ist:

des Hauptoctaëders		$(a : \ a : \ c)$,
» ersten stumpfern Octaëders		$(a : \infty a : \ c)$,
» zweiten » »		$(a : \ a : \frac{1}{2} c)$,
» dritten » »		$(a : \infty a : \frac{1}{2} c)$,
» vierten » »		$(a : \ a : \frac{1}{4} c)$,
» fünften » »		$(a : \infty a : \frac{1}{4} c)$,
	u. s. f.;	
des ersten spitzern Octaëders		$(a : \infty a : 2c)$,
» zweiten » »		$(a : \ a : 2c)$,
» dritten » »		$(a : \infty a : 4c)$,
» vierten » »		$(a : \ a : 4c)$,
» fünften » »		$(a : \infty a : 8c)$,
	u. s. f.	

Die ersten Glieder dieser Reihe von der Grundform aus, kommen bei den verschiedenen Mineralgattungen häufig, das zweite spitzere und stumpfere schon selten, die fernern noch seltener vor. Aufser den Octaëdern dieser Reihe kommen indefs, wie schon angeführt, noch viele andere vor, die nicht zu dieser Reihe gehören, jedoch immer nur solche, deren Axen zu denen der Grundform in sehr einfachen und rationalen Verhältnissen stehen. So finden sich z. B. sehr häufig die Octaëder $(a : a : \frac{1}{3} c)$, wie beim Vesuvian und Anatas, und $(a : a : 3c)$, wie beim Vesuvian und Zirkon. Auch von diesen Octaëdern kommen zuweilen erste schärfere und stumpfere vor; wie man an Fig. 59., welche eine Kombination des Gelbbleierzes darstellt, sehen kann. Hier findet sich nicht allein das erste stumpfere Octaëder d der Grundform o, sondern auch das erste spitzere Octaëder $\frac{2}{3} d = (a : \infty a : \frac{2}{3} a)$ von einem Octaëder erster Ordnung $\frac{o}{3} = (a : a : \frac{1}{3} a)$, das stumpfer als die Grundform ist. Da indessen sämmtliche Octaëder einer Mineralgattung in einfachen und rationalen Verhältnissen stehen, so können zwei Octaëder verschiedener Ordnung von ganz gleicher Neigung der Flächen gegen die Hauptaxe nicht vorkom-

men, denn ihre Nebenaxen würden sich bei gleichen Hauptaxen verhalten, wie $1 : \sqrt{2}$.

Die beschriebenen einfachen Verhältnisse finden indessen nur unter den Quadratoctaëdern einer und derselben Gattung statt; Quadratoctaëder verschiedener Gattungen stehen untereinander in einem völlig irrationalen Verhältnisse, und haben daher untereinander gar keinen Zusammenhang. Die Krystalle einer jeden solchen Gattung sind immer auf eine besondere Grundform zu beziehen, die ihr bestimmtes Verhältnifs der Haupt- und Nebenaxen hat. Dieses Verhältnifs ist verschieden bei den verschiedenen Gattungen, und bestimmt den krystallographischen Karakter einer jeden. In dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem giebt es also so viel verschiedene Grundformen, als zwei- und einaxige Gattungen vorkommen, dagegen das reguläre Krystallisationssystem nur eine Grundform, nämlich das reguläre Octaëder, hat.

Die Haupt- und Nebenaxen eines und desselben Quadratoctaëders scheinen auch in keinem einfachen Verhältnisse zu stehen, wenigstens ist hierüber noch kein Gesetz aufgefunden worden. Sie werden aus den Kantenwinkeln, die man messen kann, berechnet, aber man hat nur nöthig, einen Winkel, entweder den Endkanten- oder Seitenkantenwinkel zu messen; aus dem einen läfst sich der andere berechnen. So hat man bei der Grundform des Zirkons (Fig. 55.) aus den Messungen der Kantenwinkel die Werthe für die Axen

$$a : c = 1 : 0{,}641$$

berechnet, aus welchen umgekehrt wieder folgende Winkel sich ableiten lassen:

Neigung der Flächen in den Endkanten $D = 123^\circ\, 19'$
» » » » » Seitenkant. $G = 84\ 20.$

2. Die gerade Endfläche.

Die gerade Endfläche ist rechtwinklig gegen die Hauptaxe geneigt, also den Nebenaxen parallel, ihr Zeichen daher:

$$(\infty a : \infty a : c).$$

Tritt sie untergeordnet zu einem Quadratoctaëder hinzu, so bildet sie die Abstumpfungsfläche der Endecke, und erscheint als ein Quadrat, wie die Basis des Octaëders, der sie parallel ist; so z. B. die Fläche *c* in Fig. 56., die eine Form des Honigsteins darstellt.

Herrscht in der Kombination eines Octaëders und der geraden Endfläche die letztere, so erhält die zusammengesetzte Form eine tafelförmige Gestalt.

3. Die quadratischen Prismen.

Die quadratischen Prismen sind vierseitige Prismen, deren rechtwinkliger Querschnitt ein Quadrat ist.

Es giebt zwei verschiedene quadratische Prismen, die sich durch ihre Lage gegen die Nebenaxen unterscheiden, während ihre Lage gegen die Hauptaxe gleich ist. Ihre Flächen sind nämlich stets der Hauptaxe parallel, während bei dem einen die Nebenaxen die Winkel, bei dem andern die Mitten der Seiten ihrer mittlern rechtwinkligen Querschnitte verbinden. Diese Querschnitte kommen also in ihrer Lage mit den Basen der Quadratoctaëder erster und zweiter Ordnung überein; daher man auch das Prisma, dessen Querschnitt eine gleiche Lage hat, wie die Basis eines Quadratoctaëders erster Ordnung, das erste quadratische Prisma, das Prisma, dessen Querschnitt eine gleiche Lage hat, wie die Basis eines Quadratoctaëders zweiter Ordnung, das zweite quadratische Prisma nennt. Die Bezeichnung dieser Prismen ist folglich auch:

des ersten $(a : \quad a : \infty c)$
des zweiten $(a : \infty a : \infty c)$.

Die quadratischen Prismen kommen sehr häufig mit den Quadratoctaëdern zusammen vor.

In der Kombination des ersten quadratischen Prisma und der Grundform bilden die Flächen des erstern an der Grundform die Abstumpfungsflächen der Seitenkanten; die Flächen der Grundform am ersten quadratischen Prisma vierflächige Zuspitzungen der Enden, so dafs die Zuspitzungsflächen auf den Flächen des Prisma gerade aufgesetzt sind. Die Flächen dieser letztern Form erscheinen in beiden Fällen als Rechtecke; die obern und untern Flächen der Quadratoctaëder sind durch sie mehr oder weniger getrennt (Fig. 61., Zirkon).

Auf eine gleiche Weise verhalten sich gegen einander immer die quadratischen Prismen und Quadratoctaëder, welche von gleicher Ordnung sind.

In der Kombination des zweiten quadratischen Prisma und der Grundform bilden die Flächen des erstern an der Grundform die geraden Abstumpfungen der Ecken, und erscheinen dann als Rhomben, wie die durch zwei gegenüberliegende Endkanten gelegten Schnitte, denen sie parallel sind; so z. B. die Flächen *a* in Fig. 56., einer Form des Honigsteins, an welcher zu gleicher Zeit sich auch die gerade Endfläche *c*, welche ein Quadrat ist, findet.

Die Flächen der Grundform bilden an dem zweiten Prisma vierflächige Zuspitzungen der Enden, und die Zuspitzungsflächen sind auf den Kanten des Prisma gerade aufgesetzt. Die Flächen der Grundform erscheinen alsdann als Rhomben, die des Prisma als symmetrische Sechsecke (Fig. 62., Zirkon).

Auf eine gleiche Weise verhalten sich gegen einander immer die quadratischen Prismen und Quadratoctaëder, welche verschiedener Ordnung sind.

Das erste und zweite quadratische Prisma kommen auch häufig zusammen vor; die Flächen des einen bilden in dieser Kombination die Abstumpfungsflächen der Kanten des andern (Fig. 63., Zinnstein).

Beide Prismen kommen auch mit der geraden Endfläche zusammen vor, und bilden damit Formen, die, wenn die Flächen derselben ungefähr von gleicher Gröfse sind, mit dem Hexaëder Aehnlichkeit haben. Sie sind in diesem Fall aber zusammengesetzt, und nur die beiden Endflächen bilden Quadrate, die Seitenflächen, oder die Flächen der Prismen aber Rechtecke.

Bald sind in diesen Kombinationen indefs die Flächen der Prismen, bald die Endflächen gröfser, wodurch die Krystalle bald säulenförmig und bald tafelförmig erscheinen.

Die Flächen der Grundform bilden in der Kombination des ersten Prisma und der geraden Endfläche schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten zwischen dem Prisma und der Endfläche; eine Kombination, die bei dem Vesuvian sehr häufig vorkommt, und zwar mit verschiedener gegenseitiger Gröfse der verschiedenen Flächen, die in ihr enthalten sind (Fig. 65., ohne die Flächen 2*g* und $\underline{2}$).

Die Flächen der Grundform bilden an der Kombination des zweiten Prisma und der geraden Endfläche Abstumpfungsflächen der Ecken; die Kombination ist also ähnlich der Fig. 14., aber die Abstumpfungsflächen sind gleichschenklige Dreiecke und nur auf den Kanten des Prisma (Seitenkanten) gerade aufgesetzt. Eine solche zusammengesetzte Form findet sich z. B. beim Apophyllit, ebenfalls mit sehr verschiedener gegenseitiger Gröfse der drei in ihr enthaltenen einfachen Formen. Fig. 56. ist dieselbe Kombination beim Honigstein mit herrschenden Octaëderflächen.

4. Die Dioctaëder oder Zweimalachtflächner.

Syn. Vierundvierkantner.

Die Dioctaëder (Fig. 60.) sind von 16 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, haben also 24 Kanten und 10 Ecken.

Die Kanten sind dreierlei Art: 8 Endkanten, *D*, die wie die Endkanten von Quadratoctaëdern erster Ordnung liegen; 8 Endkanten, *F*, die zwischen jenen und wie die Endkanten von Quadratoctaëdern zweiter Ordnung liegen; 8 Seitenkanten, *G*, die in einer Ebene liegen, und von denen je zwei einer Seitenkante der Quadratoctaëder entsprechen.

Die Ecken sind dreierlei Art: 2 achtflächige symmetrische Ecken, *C*; 4 vierflächige symmetrische Ecken, *A*, die wie die Seitenecken der Quadratoctaëder erster Ordnung; 4 vierflächige symmetrische Ecken, *E*, die wie Seitenecken der Quadratoctaëder zweiter Ordnung liegen.

Die Hauptaxe verbindet die Ecken *C*, die Nebenaxen die Ecken *A*. Die Schnitte, die durch zwei in den Endecken gegenüberliegenden Kanten *D* oder *F* gelegt werden, sind Rhomben; der durch die Seitenkanten gelegte Schnitt ist ein symmetrisches Achteck, wie Taf. X. Fig. 5. Bei den verschiedenen Dioctaëdern sind bald die Endkanten *D* die längern und schärfern, und die Endkanten *F* die kürzern und stumpfern, bald umgekehrt; in dem durch die Seitenkanten gelegten Schnitte sind daher bald die Winkel *E*, bald die Winkel *A* die stumpfern. Jeder derselben nähert sich bald mehr einem Winkel von 180°, bald mehr einem Winkel von 90°.

Jede Fläche der Dioctaëder schneidet, gehörig verlängert, die drei Grundaxen, aber beide Nebenaxen verschieden. Ihre allgemeine Bezeichnung ist daher:

$$(a : na : mc).$$

Unter den Dioctaëdern, die bei einer Gattung vorkommen, finden sich nur solche, deren Axen mit der Grundform in einfachen und rationalen Verhältnissen stehen. Die zweierlei Endkanten haben jedesmal dieselbe Lage, wie die Endkanten zweier Octaëder, die wirklich vorkommen, oder doch vorkommen können, daher die Buchstaben *m* und *n* der obigen Bezeichnung nur einfache und rationale, ganze oder gebrochene Zahlen be-

deuten. Da nun Quadratoctaëder verschiedener Ordnung, aber gleicher Neigung der Flächen gegen die Hauptaxe nicht zusammen vorkommen können, so folgt schon hieraus, dafs auch Dioctaëder von gleicher Neigung der Flächen in den zweierlei Endkanten nicht vorkommen können.

Die Dioctaëder sind noch nicht selbstständig, sondern nur in Kombinationen mit andern Formen, und in diesen gewöhnlich auch nur untergeordnet vorgekommen. Am häufigsten finden sich solche Dioctaëder, die ein gleiches Verhältnifs der Hauptaxe zu einer Nebenaxe wie die Grundform haben, und deren zweite Nebenaxe kleiner als die der Grundform ist. Die Flächen solcher Dioctaëder erscheinen dann in der Kombination der Grundform und des zweiten Prisma als schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten. Von der Art ist das Dioctaëder, welches beim Zirkon am häufigsten vorkommt, und welches Fig. 64. in der angegebenen Kombination, und Fig. 60. für sich allein dargestellt ist. Seine Flächen sind in der Figur mit 3 bezeichnet, sein ausführliches Zeichen aber ist:

$$(a : \tfrac{1}{3} a : c).$$

Die Winkel in den beiden Endkanten *D* und *F*, und in den Seitenkanten *G* betragen 147° 3′, 132° 43′ und 127° 29′.

Nicht selten kommen auch solche Dioctaëder vor, welche die Grundform in Kanten schneiden, wie das erste spitzere Octaëder, die also den Diagonalen der Flächen der Grundform parallel gehen. Von der Art ist das Dioctaëder, welches beim Vesuvian am häufigsten vorkommt, und in der Fig. 56. dargestellten Kombination, wo seine Flächen mit 2 bezeichnet sind, enthalten ist. Sein ausführliches Zeichen ist:

$$(a : \tfrac{1}{3} a : \tfrac{1}{2} c).$$

Aufser den eben erwähnten Dioctaëdern finden sich aber noch viele andere, die zu andern vorkommenden

oder möglichen Octaëdern in demselben Verhältnisse stehen, wie die angeführten zur Grundform, und die dann auf die verschiedenste Weise in den Kombinationen vorkommen können.

5. Achtseitige Prismen.

Syn. Vierundvierkantige Prismen.

Die achtseitigen Prismen haben 8 der Hauptaxe parallele Flächen, die sich in Kanten, welche abwechselnd schärfer oder stumpfer sind, schneiden. Ihr rechtwinkliger Querschnitt ist von derselben Beschaffenheit, wie der der Dioctaëder. Ihre Bezeichnung daher:

$$(a : n a : \infty c),$$

in welchem n wieder eine einfache und rationale ganze oder gebrochene Zahl bedeutet. Die achtseitigen Prismen, welche am gewöhnlichsten vorkommen, sind:

$$(a : 2a : \infty c) \text{ und}$$
$$(a : 3a : \infty c).$$

Achtseitige Prismen mit gleichen Seitenkanten und gleichnamigen Flächen können eben so wenig vorkommen, als wie Dioctaëder, deren zweierlei Endkanten gleich sind.

Die achtseitigen Prismen kommen selten als alleinige Seitenflächen einer zwei- und einaxigen Form vor, gewöhnlich finden sie sich in Kombination mit den beiden quadratischen Prismen, oder wenigstens mit einem derselben. Im erstern Falle erscheinen ihre Flächen als schiefe Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten der beiden quadratischen Prismen, wie z. B. beim Vesuvian, Fig. 65.; im letztern Falle bilden sie die Zuschärfungen der Kanten des quadratischen Prisma, wie z. B. beim Apophyllit, Fig. 66. In beiden Fällen ist es das achtseitige Prisma $(a : 2a : \infty c)$, welches hier vorkommt und seine Flächen sind in der Figur mit $2g$ bezeichnet.

Zuweilen kommen auch zwei achtseitige Prismen zu-

sammen mit den quadratischen vor, wo dann die Kombination schon 24 Seitenflächen enthält.

Uebersicht der Formen und Zonen des zwei- und einaxigen Krystallisationssystems.

Die in dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem vorkommenden Formen sind nach dem Vorigen:

1) Quadratoctaëder, und zwar:
   die Grundform (a: a: c),
   Quadratoctaëder erster Ordnung (a: $a : mc$),
   » zweiter » ($a : \infty a : mc$),
2) die gerade Endfläche ($\infty a : \infty a$: c),
3) quadratische Prismen, und zwar:
   das erste quadratische Prisma (a: $a : \infty c$),
   das zweite » » ($a : \infty a : \infty c$),
4) Dioctaëder (a: $n a : mc$),
5) achtseitige Prismen (a: $n a : \infty c$).

Die Zonen, in welchen die Flächen dieser Formen liegen, sind folgende:

I. **Zone, deren Axe die Hauptaxe der Grundform ist.** In dieser Zone liegen die Flächen der verschiedenen Prismen:

1) des ersten quadratischen Prisma (a: $a : \infty c$),
2) der achtseitigen Prismen (a: $na : \infty c$),
3) des zweiten quadratischen Prisma ($a : \infty a : \infty c$).

Die Zone dieser Flächen geht in horizontaler Richtung um den Krystall, daher sie **horizontale Zone** genannt wird; alle Flächen, die hierher gehören, haben in ihrem Zeichen ∞c.

II. **Zonen, deren Axen die ersten Nebenaxen der Grundform sind.** Da es zwei solcher Ne-

benaxen giebt, so giebt es auch zwei solcher Zonen. In denselben liegen die Flächen:

1) des zweiten quadratischen Prisma ($a : \infty a : \infty c$),

2) der Quadratoctaëder zweiter Ordnung ($a : \infty a : mc$), die spitzer sind als das erste stumpfere, bei denen also m gröſser ist als 1,

3) des ersten stumpfern Octaëders ($a : \infty a : c$),

4) der Quadratoctaëder zweiter Ordnung ($a : \infty a : mc$), die stumpfer sind als das erste stumpfere, bei denen also m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a : \infty a : c$).

Man nennt diese Zonen vertikale Zonen des zweiten Prisma; alle Flächen, die hierher gehören, haben in ihrem Zeichen ∞a.

III. Zonen, deren Axen die zweiten Nebenaxen der Grundform sind. Es giebt zwei solcher Zonen, da es zwei solcher Nebenaxen giebt. In denselben liegen die Flächen:

1) des ersten quadratischen Prisma's ($a : a : \infty c$),

2) der Quadratoctaëder erster Ordnung ($a : a : mc$), die spitzer als die Grundform sind, bei denen also m gröſser ist als 1,

3) der Grundform ($a : a : c$),

4) der Quadratoctaëder erster Ordnung ($a : a : mc$), die stumpfer sind als die Grundform, bei denen also m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a : \infty a : c$).

Man nennt diese Zonen vertikale Zonen des ersten Prisma; alle Flächen, die hierher gehören, haben in ihrem Zeichen beide Axen a mit gleichen Coëfficienten.

IV. Zonen, deren Axen den Seitenkanten eines bestimmten Dioctaëders, z. B. ($a : \frac{1}{3} a : c$), parallel sind. Da ein Dioctaëder acht Seitenkanten hat, von denen je zwei parallel sind, so giebt es

auch vier solcher Zonen. In diesen Zonen liegen die Flächen:

1) des achtseitigen Prisma ($a : \frac{1}{3}a : \infty\, c$),

2) der Dioctaëder ($a : \frac{1}{3}a : mc$), bei denen m kleiner, eben so grofs oder gröfser als 1 ist,

3) die gerade Endfläche ($\infty\, a : \infty\, a : c$).

Man nennt diese Zonen **vertikale Zonen des achtseitigen Prisma** ($a : \frac{1}{3}a : \infty\, a$). Die Flächen derselben haben alle in ihrem Zeichen $a : \frac{1}{3}a$.

Aufser den vertikalen Zonen dieses bestimmten achtseitigen Prisma finden sich noch so viele vertikale Zonen von achtseitigen Prismen, als solche achtseitigen Prismen überhaupt möglich sind.

V. **Zonen, deren Axen den Endkanten der Grundform parallel sind.** Da die Grundform acht Endkanten hat, von denen je zwei parallel sind, so giebt es vier solcher Zonen. In diesen Zonen liegen die Flächen:

1) des ersten stumpfern Octaëders ($a : \infty\, a : c$),

2) der Dioctaëder ($a : na : c$), welche bei gleichen Werthen in c und einem a mit der Grundform eine gröfsere zweite Nebenaxe a haben, bei welchen n also gröfser ist als 1,

3) der Grundform ($a : a : c$),

4) der Dioctaëder ($a : na : c$), welche bei gleichen Werthen in c und einem a mit der Grundform eine kleinere zweite Nebenaxe haben, bei welchen also n kleiner ist als 1,

5) des zweiten quadratischen Prisma ($a : \infty\, a : \infty\, c$).

Man nennt diese Zonen **die Kantenzonen** (eigentlich Endkantenzonen) **der Grundform.** Alle Flächen, die hierher gehören, haben in ihrem Zeichen ein mit der Grundform gleiches Verhältnifs von c zu einem a.

Aehnliche Kantenzonen, wie von der Grundform, können von allen übrigen Quadratoctaëdern erster Ord-

nung ausgehen. In der Kantenzone eines jeden Octaëders erster Ordnung liegen immer dieselben Flächen, nämlich die seines ersten stumpfern Octaëders, seine eigenen, die von solchen Dioctaëdern, welche mit ihm ein gleiches Verhältniſs von c mit einem a haben, und die Flächen des zweiten quadratischen Prisma.

VI. Zonen, deren Axen den Diagonalen der Flächen der Grundform parallel sind. Es giebt vier solcher Zonen, in diesen liegen die Flächen:

1) der Grundform $(a : a : c)$,

2) der Dioctaëder $(ma : na : c)$, deren Flächen zwischen den Flächen der Grundform und den Flächen des ersten spitzern Octaëders liegen, bei denen also m gröſser als 1, und n kleiner als 1, aber gröſser als $\frac{1}{2}$ ist,

3) des ersten spitzern Octaëders $(\infty a : \frac{1}{2} a : c)$,

4) der Dioctaëder $(ma' : na : c)$, deren Flächen zwischen den Flächen des ersten spitzern Octaëders und den Flächen des ersten quadratischen Prisma liegen, bei denen also m gröſser oder kleiner als 1, dieses aber dem a der frühern Dioctaëder entgegengesetzt, und n kleiner als $\frac{1}{2}$ ist. In der Mitte von diesen liegt das Dioctaëder $(a' : \frac{1}{3} a : c)$, wo $m = 1$ und $n = \frac{1}{3}$ ist,

5) des ersten quadratischen Prisma $(a : a : \infty c)$.

Man nennt diese Zonen die Diagonalzonen der Grundform; die Flächen, die hierher gehören, haben bei gleicher Hauptaxe mit der Grundform sämmtlich verschiedene Werthe in den beiden Nebenaxen.

Aehnliche Diagonalzonen können ebenfalls von jedem Quadratoctaëder erster Ordnung ausgehen; in den Diagonalzonen eines jeden Octaëders liegen immer seine eigenen Flächen, die Flächen gewisser Dioctaëder, des ersten spitzern Octaëders, und des ersten quadratischen Prisma.

Die Kantenzonen und Diagonalzonen der Quadratoctaëder zweiter Ordnung sind keine neue Zonen; denn da die Diagonale eines Octaëders eine gleiche Lage hat,

wie die Endkante seines ersten spitzern, so ist auch die Diagonalzone eines Octaëders und die Kantenzone seines ersten spitzern ein und dieselbe Zone, und eine Diagonalzone von einem jeden Octaëder kann daher auch Kantenzone von seinem ersten spitzern, wie auch eine Kantenzone von einem jeden Octaëder, Diagonalzone von seinem ersten stumpfern genannt werden.

Hiermit sind zugleich alle Richtungen bezeichnet, in welchen sich Flächen bilden können; andere Zonen, als die beschriebenen, können in dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem nicht vorkommen.

B. Hemiëdrische Formen.

Auch bei dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem kommen hemiëdrische Formen vor, von denen aber besonders nur der zwei- und einaxigen Tetraëder zu erwähnen sind. Sie verhalten sich zu den Quadratoctaëdern, wie die regulären Tetraëder zu den regulären Octaëdern, und entstehen gleich diesen aus den Quadratoctaëdern, wenn die abwechselnden Flächen so grofs werden, dafs die dazwischen liegenden ganz fortfallen. Die zwei- und einaxigen Tetraëder sind also auch von 4 Dreiecken, die aber gleichschenklig sind, begränzt, und haben also auch 6 Kanten und 4 Ecken.

Die Kanten sind zweierlei Art: 2 Endkanten, *X*, und 4 Seitenkanten, *Y*.

Die Ecken, *I*, sind gleich, dreiflächig und ungleichkantig.

Die Grundaxen gehen durch die Mitten der gegenüberliegenden Kanten.

Die Kantenwinkel dieser Tetraëder hängen von den Kantenwinkeln der Quadratoctaëder ab, von denen sie abstammen. Die Endkantenwinkel, *X*, der Tetraëder sind die Komplementswinkel der Seitenkantenwinkel der Octaëder, die Seitenkantenwinkel, *Y*, der Tetraëder die

Komplementswinkel der Endkanten der Octaëder. Dergleichen Tetraëder finden sich besonders bei dem Kupferkies.

Auch die Dioctaëder kommen zuweilen hemiëdrisch vor, doch zu selten, als dafs auf deren Betrachtung hier weiter Rücksicht genommen werden kann.

III.

Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.

Die zu diesem Systeme gehörigen Formen sind durch 4 Axen ausgezeichnet, von denen 3 untereinander gleichartig sind und sich unter Winkeln von 60°, die vierte, ungleichartige, aber rechtwinklig schneiden. Diese letztere ist die einzige einzelne Axe, die sich bei den Formen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems findet; sie bildet daher die Hauptaxe, die drei andern sind Nebenaxen. Die Hauptaxe wird mit c, jede der drei Nebenaxen mit *a* bezeichnet; die nach vorn gerichtete Nebenaxe heifse die erste, die ihr rechts gelegene die zweite, und die weiter folgende die dritte Nebenaxe.

Die Formen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems sind demnach, wie die des zwei- und einaxigen Systems, Formen mit absoluter Hauptaxe, und haben hierdurch eine grofse Aehnlichkeit mit diesen. Es kommen daher in diesem System Formen derselben Art vor, wie in dem zwei- und einaxigen System, und sie unterscheiden sich von diesen nur dadurch, dafs sie wegen ihrer

drei gleichen Nebenaxen 6, 12 oder 24 Flächen haben, dagegen jene wegen ihrer zwei gleichen Nebenaxen von 4, 8 oder 16 Flächen umschlossen werden.

A. Homoëdrische Formen.

1. Hexagondodecaëder.

Die Hexagondodecaëder *) (Fig. 67., Quarz) sind von 12 gleichschenkligen Dreiecken begränzt, und haben also 18 Kanten und 8 Ecken.

Kanten und Ecken sind zweierlei Art: man hat 12 Endkanten, *D*, 6 obere und 6 untere, und 6 Seitenkanten, *G*, zu unterscheiden; ferner 2 Endecken, *C*, welche sechsflächig und gleichkantig, und 6 Seitenecken, welche vierflächig und symmetrisch sind. Die erstern Ecken liegen an den Enden der Hauptaxen, die letztern in gewissen Fällen an den Enden der Nebenaxen.

Der durch die Seitenkanten gelegte Schnitt ist ein regelmäfsiges Sechseck, und heifst die Basis; nach ihr sind die drei- und einaxigen Dodecaëder Hexagondodecaëder benannt worden. Die durch zwei parallele Endkanten gelegten Schnitte sind Rhomben.

Es giebt ebenso eine grofse Anzahl von Hexagondodecaëdern, wie diefs bei den Quadratoctaëdern der Fall ist, und die verschiedenen Hexagondodecaëder, die bei einer und derselben Mineralgattung vorkommen, unterscheiden sich wie jene, sowohl rücksichtlich der Neigung ihrer Flächen gegen die Hauptaxe, als auch rücksichtlich ihrer Stellung.

In Rücksicht der Neigung ihrer Flächen gegen die Hauptaxe unterscheidet man spitze und stumpfe Hexa-

*) Sie sind in dem Folgenden zuweilen kurzweg Dodecaëder genannt, wo eine Verwechslung mit dem Dodecaëder des regulären Systems nicht zu befürchten war.

xagondodecaëder, je nachdem ihre Hauptaxen länger oder kürzer als jede ihrer Nebenaxen sind.

In Rücksicht ihrer Stellung unterscheidet man Hexagondodecaëder erster und zweiter Ordnung, je nachdem die Nebenaxen die entgegengesetzten Seitenecken, oder die Mitten der entgegengesetzten Seitenkanten verbinden. Bei den ersteren verhält sich die Basis zu den Nebenaxen, wie das Sechseck (Taf. X. Fig. 7.) zu seinen Diagonalen; bei den letztern, wie das Sechseck (Taf. X. Fig. 8.) zu den Linien *aa'*. Die Flächen der Hexagondodecaëder erster Ordnung schneiden daher nur zwei Nebenaxen, während sie der dritten parallel sind; die Flächen der Hexagondodecaëder zweiter Ordnung dagegen schneiden unmittelbar nur eine Nebenaxe, aber hinreichend verlängert, die beiden benachbarten in der doppelten Länge. Die Basen von einem Dodecaëder erster und zweiter Ordnung verhalten sich bei gleichen Nebenaxen, wie die Zahlen 3 : 4.

Die verschiedenen Hexagondodecaëder, die bei einer und derselben Mineralgattung vorkommen, stehen auch hier, wie die Beobachtung gezeigt hat, in einfachen und rationalen Verhältnissen. Zur Bestimmung dieser Verhältnisse wird wieder von einem ausgegangen, welches die Grundform bildet, und das Haupthexagondodecaëder oder Hauptdodecaëder heifst; und von der Wahl derselben gilt dasselbe, was von der Wahl der Grundform des zwei- und einaxigen Krystallisationssystems gesagt ist. Nach der Grundform wird bestimmt, welche Dodecaëder erster Ordnung, und welche zweiter Ordnung sind. Die Bezeichnung ist nun:

der Grundform	$(a : a \infty a : c)$,
» Dodecaëder erster Ordnung	$(a : a \infty a : mc)$,
» » zweiter »	$(2a : a\ 2\ a : mc)$,

in welchen Zeichen m eine einfache rationale, ganze oder gebrochene Zahl bedeutet. Zwei Dodecaëder verschiedener Ordnung, aber gleicher Neigung der Flächen gegen

ihre Hauptaxe, können also eben so wenig vorkommen als zwei solcher Quadratoctaëder, da ihre Axen untereinander in einem irrationalen Verhältnisse stehen.

Die verschiedenen Dodecaëder erscheinen an der Grundform, wenn sie zu derselben hinzutreten, auf eine ganz ähnliche Weise, wie die verschiedenen Quadratoctaëder an dem Hauptoctaëder; es finden hierbei dieselben Verhältnisse statt, wie bei dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem. Auch bei den Dodecaëdern kommen Reihen von ersten, zweiten u. s. w. stumpfern, und ersten, zweiten u. s. w. spitzern vor, wie bei den Quadratoctaëdern.

Unter den Dodecaëdern verschiedener Gattungen findet ebenso wenig Zusammenhang statt, wie unter den Quadratoctaëdern verschiedener Gattungen. Ihre Axen stehen, wie dort, wahrscheinlich in einem völlig irrationalen oder wenigstens sehr complicirten Verhältniſs. Auch die Haupt- und Nebenaxen eines und desselben Dodecaëders stehen, so viel man weiſs, in keinem einfachen Verhältniſs; sie werden aus den Winkeln in den Endkanten oder Seitenkanten, die man messen kann, berechnet; aber man hat auch hier nur nöthig, einen dieser Winkel zu messen, da der andere, wie bei den Quadratoctaëdern, sich aus dem ersten berechnen läſst. So hat man bei der Grundform des Quarzes für die Axen die Werthe von

$$a : c = 1 : 1{,}1$$

gefunden, aus welchen wiederum folgende Winkel sich ableiten lassen:

Neigung der Flächen in den Endkanten $D = 133^\circ\, 44'$,
» » » » » Seitenkanten $G = 103\;\; 34$.

2. Die gerade Endfläche.

Die gerade Endfläche ist rechtwinklig gegen die Hauptaxe geneigt, also den Nebenaxen parallel, ihr Zeichen daher:

$$(\infty a : \infty a : \infty a : c).$$

In der Kombination mit einem Dodecaëder erscheint sie als gerade Abstumpfungsfläche der Endecken, und bildet ein reguläres Sechseck, wie die Basis, der sie parallel ist.

3. Die sechsseitigen Prismen.

Die 6 Flächen der sechsseitigen Prismen sind der Hauptaxe parallel und schneiden sich unter Winkeln von 120°; ihr rechtwinkliger Querschnitt ist daher ein regelmäfsiges Sechseck. Es giebt zwei verschiedene sechsseitige Prismen, die sich durch ihre gegenseitige Stellung ebenso unterscheiden, wie die beiden quadratischen Prismen des zwei- und einaxigen Krystallisationssystems. Bei dem einen verbinden die Nebenaxen die Winkel, bei dem andern die Mitten der Seitenkanten seines mittleren rechtwinkligen Querschnitts. Der Querschnitt des einen Prisma hat also eine gleiche Lage, wie die Basen der Dodecaëder erster Ordnung, der Querschnitt des andern Prisma eine gleiche Lage, wie die Basen der Dodecaëder zweiter Ordnung; das eine Prisma wird daher das **erste sechsseitige Prisma**, das andere das **zweite sechsseitige Prisma** genannt. Das Zeichen ist:

des ersten sechsseitigen Prisma $(a : a : \infty a : \infty c)$,
» zweiten » » $(2a : a : 2a : \infty c)$.

Die sechsseitigen Prismen kommen häufig mit den Hexagondodecaëdern zusammen vor.

In der Kombination des ersten sechsseitigen Prisma und der Grundform bilden die Flächen des erstern an der Grundform die Abstumpfungsflächen der Seitenkanten; die Flächen der Grundform am ersten sechsseitigen

Prisma sechsflächige Zuspitzungen der Enden, so dafs die Zuspitzungsflächen auf den Flächen des Prisma gerade aufgesetzt sind (Fig. 68., Quarz).

In der Kombination des zweiten sechsseitigen Prisma und der Grundform bilden die Flächen des erstern an der Grundform die Abstumpfungsflächen der Seitenecken; die Flächen der Grundform an dem zweiten sechsseitigen Prisma sechsflächige Zuspitzungen der Enden; die Zuspitzungsflächen sind auf den Kanten des Prisma gerade aufgesetzt und haben die Gestalt von symmetrischen Trapezoïden.

Wie die beiden Formen der ersten Kombination, verhalten sich alle Dodecaëder und sechsseitigen Prismen gleicher Ordnung; wie die beiden Formen in der zweiten Kombination, verhalten sich alle Dodecaëder und sechsseitigen Prismen verschiedener Ordnung.

Beide Prismen kommen nicht selten zusammen vor, in welcher Kombination die Flächen des einen die Abstumpfungsflächen der Kanten des andern bilden. Beide zusammen oder einzeln kommen auch mit der gerade angesetzten Endfläche vor; in dieser Kombination herrschen bald die Flächen der einen oder der andern Form vor, und die Krystalle erscheinen dann bald säulen-, bald tafelförmig.

4. Die Didodecaëder oder Zweimalzwölfflächner.

Syn. Sechsmalsechskantner.

Die Didodecaëder (Fig. 69.) sind von 24 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, und haben also 36 Kanten und 14 Ecken.

Die Kanten sind dreierlei Art: 12 Endkanten, ***D***, die wie die Endkanten der Dodecaëder erster Ordnung liegen; 12 Endkanten, ***F***, die wie die Endkanten der Dodecaëder zweiter Ordnung liegen; und 12 Seitenkanten, ***G***,

die in einer Ebene liegen, und von denen je zwei einer Seitenkante der Hexagondodecaëder entsprechen. Bei den verschiedenen Didodecaëdern sind bald die Endkanten *D* die längern und schärfern, und die Endkanten *F* die kürzern und stumpfern, bald ist das Umgekehrte der Fall.

Die Ecken sind dreierlei Art: 2 zwölfflächige symmetrische Endecken, *C*; 6 vierflächige symmetrische Seitenecken, *A*, die wie die Seitenecken der Hexagondodecaëder erster Ordnung, und 6 vierflächige symmetrische Seitenecken, *E*, die wie Seitenecken der Hexagondodecaëder zweiter Ordnung liegen.

Die Hauptaxe verbindet die Endecken *C*, die Nebenaxen die ersten Seitenecken *A*. Die Schnitte, die durch 2 in den Endecken gegenüberliegende Kanten, *D* oder *F*, gelegt werden, sind Rhomben; der durch die Seitenkanten gelegte Schnitt ist ein symmetrisches Zwölfeck. Das allgemeine Zeichen der Didodecaëder ist:

$$(a : na : pa : mc).$$

Sie verhalten sich ebenso zu den Hexagondodecaëdern, wie die Dioctaëder zu den Quadratoctaëdern. Es können bei jeder Gattung viele verschiedene vorkommen, ihre Axen stehen aber immer mit den Axen des Hauptdodecaëders der Gattung in einfachen und rationalen Verhältnissen. Diefs würde nicht der Fall sein bei den Didodecaëdern, deren zweierlei Endkanten gleich wären, daher auch solche Didodecaëder nicht vorkommen können.

Die Didodecaëder kommen übrigens noch seltener als die Dioctaëder, und wie diese gewöhnlich nur untergeordnet vor. Am häufigsten finden sich auch hier solche, deren Flächen als Abstumpfungsflächen der Kombinationskanten eines Hexagondodecaëders und eines sechsseitigen Prisma, welche beide verschiedener Ordnung sind, erscheinen. Auf diese Weise kommen z. B. die Flächen des Dioctaëders

$$(a : \tfrac{1}{2}a : \tfrac{1}{3}c)$$

am Beryll vor, in einer Kombination, die Fig. 70. dar-

gestellt ist, bei welcher $g = (a : a : \infty\, a : \infty\, c)$ die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma sind, $c = (\infty\, a : \infty\, a : \infty\, a : c)$ die gerade Endfläche, $r = (a : a : \infty\, a : c)$ die Flächen der Grundform, $2r = (a : a : \infty\, a : 2c)$ die Flächen eines schärferen Dodecaëders erster Ordnung, $2d = (2a : a : 2a : 2c)$ die Flächen des ersten stumpferen Dodecaëders von $2r$, welche die Abstumpfungen der Endkanten von $2r$ bilden, und ohne die Flächen $2r$ als Rhomben erscheinen würden, und s endlich die Flächen des Didodecaëders $(a : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} a : c)$, die als Abstumpfungen der Kombinationskanten des Dodecaëders zweiter Ordnung und des ersten sechsseitigen Prisma erscheinen, und daher mit der Grundform ein gleiches Verhältnifs von c mit einem a haben (Fig. 69. stellt dieses Didodecaëder ohne andre Flächen vor).

5. Zwölfseitige Prismen.

Syn. Sechsundsechskantige Prismen.

Die Flächen der zwölfseitigen Prismen sind der Hauptaxe parallel, und ihre Kanten zweierlei Art; indem 6 abwechselnde stumpfer, und 6 abwechselnde schärfer sind. Ihr rechtwinkliger Querschnitt ist daher von derselben Beschaffenheit, wie die Basis der Didodecaëder, und ihre Bezeichnung also:

$$(a : na : pa : \infty\, c).$$

Die Flächen eines zwölfseitigen Prisma finden sich gewöhnlich in Kombination mit dem ersten oder zweiten, oder mit beiden sechsseitigen Prismen, und verhalten sich in diesen Kombinationen, wie die Flächen der achtseitigen Prismen in den Kombinationen mit den quadratischen Prismen. Am ersten oder zweiten sechsseitigen Prisma bilden sie Zuschärfungen der Kanten, an der Kombination beider Prismen schiefe Abstumpfungen der Kombinationskanten. Kommen die Flächen eines zwölfseitigen Prisma mit beiden sechsseitigen Prismen zusam-

men vor, so enthält die Kombination schon 24 Seitenflächen, hat also schon ein fast cylinderförmiges Ansehn.

Ein zwölfseitiges Prisma mit gleichen Seitenkanten kann als einfache Form ebenso wenig vorkommen, als ein Didodecaëder mit lauter gleichen Endkanten. Das zwölfseitig-gleichkantige Prisma, welches durch Kombination des ersten und zweiten sechsseitigen Prisma entsteht, ist keine einfache Form, und hat auch eine andre Lage als die ungleichkantigen zwölfseitigen Prismen.

Uebersicht der Formen und Zonen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems.

Die in dem drei- und einaxigen Krystallisationssystem vorkommenden Formen sind nach dem Vorigen:

1) Hexagondodecaëder, und zwar die Grundform $(a : a : \infty a : c)$,
Hexagondodecaëder erster Ordnung $(a : a : \infty a : mc)$,
Hexagondodecaëder zweiter Ordnung $(2a : a : 2a : mc)$,
2) die gerade Endfläche $(\infty a : \infty a : \infty a : c)$,
3) sechsseitige Prismen, und zwar das erste sechsseitige Prisma $(a : a : \infty a : \infty c)$,
das zweite sechsseitige Prisma $(2a : a : 2a : \infty c)$,
4) Didodecaëder $(a : na : pa : mc)$,
5) zwölfseitige Prismen $(a : na : pa : \infty c)$.

Die Zonen, welche in diesem Krystallisationssystem vorkommen, sind ganz ähnliche wie die, welche in dem zwei- und einaxigen Systeme vorkommen, und führen demnach auch ganz entsprechende Namen.

I. Horizontale Zone. Sie ist die einzige Zone ihrer Art; in ihr liegen die Flächen:

1) des ersten sechsseitigen Prisma ($a:a:\infty a:\infty c$),

2) der zwölfseitigen Prismen ($a:na:pa:\infty c$),

3) des zweiten sechsseitigen Prisma ($2a:a:2a:\infty c$).

Die hierher gehörigen Flächen haben in ihren Zeichen ∞c.

II. Vertikale Zonen des ersten sechsseitigen Prisma. Es giebt drei solcher Zonen; in ihr liegen die Flächen:

1) des ersten sechsseitigen Prisma ($a:a:\infty a:\infty c$),

2) der Hexagondodecaëder erster Ordnung ($a:a:\infty a:mc$), die spitzer als die Grundform sind, bei denen also m gröfser ist als 1,

3) der Grundform ($a:a:\infty a:c$),

4) der Hexagondodecaëder erster Ordnung ($a:a:\infty a:mc$), die stumpfer als die Grundform sind, bei denen also m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a:\infty a:\infty a:c$).

Alle Flächen, die hierher gehören, haben in ihrem Zeichen ein ∞a, und die beiden andern a mit gleichen Coëfficienten.

III. Vertikale Zonen des zweiten Prisma. Es giebt drei solcher Zonen; in ihr liegen die Flächen:

1) des zweiten sechsseitigen Prisma ($2a:a:2a:\infty c$),

2) der Dodecaëder zweiter Ordnung ($2a:a:2a:mc$), die spitzer sind als das erstere stumpfere, wo also m gröfser ist als 1,

3) des ersten stumpfern Dodecaëders ($2a:a:2a:mc$),

4) der Dodecaëder zweiter Ordnung ($2a:a:2a:mc$), die stumpfer sind als das erste stumpfere, wo also m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a:\infty a:\infty a:c$),

In den Zeichen aller hierher gehörigen Flächen ist das erste und dritte a doppelt so grofs als das zweite.

IV. Vertikale Zonen der zwölfseitigen Prismen. Von einem zwölfseitigen Prisma gehen jedesmal sechs gleichnamige vertikale Zonen aus, und es giebt so

viel verschiedene vertikale Zonen von zwölfseitigen Prismen, als zwölfseitige Prismen überhaupt möglich sind. Die in eine vertikale Zone eines zwölfseitigen Prisma $(a{:}na{:}pa{:}\infty c)$ fallenden Flächen sind: die Flächen

1) des zwölfseitigen Prisma $(a{:}na{:}pa{:}\infty c)$,

2) der Didodecaëder $(a{:}na{:}pa{:}mc)$,

3) die gerade Endfläche $(\infty a{:}\infty a{:}\infty a{:}c)$.

Die Flächen, welche in die vertikalen Zonen eines bestimmten zwölfseitigen Prisma fallen, haben in ihrem Zeichen ein diesem gleiches Verhältnifs der drei Nebenaxen.

V. Kantenzonen (Endkantenzonen) eines Hexagondodecaëders erster Ordnung. Von jedem Hexagondodecaëder erster Ordnung gehen jedesmal sechs gleichnamige Kantenzonen aus, und es giebt ebenso viel verschiedene Kantenzonen erster Ordnung, als Hexagondodecaëder erster Ordnung möglich sind. Die in die Kantenzone eines Hexagondodecaëders $(a{:}a{:}\infty a{:}mc)$ fallenden Flächen sind die Flächen:

1) seines ersten stumpfern $(a{:}2a{:}2a'{:}mc)$ *),

2) der Didodecaëder $(a{:}na{:}pa'{:}mc)$, in welchen n gröfser als 1, aber kleiner als 2 ist,

3) des Dodecaëders $(a{:}a{:}\infty a{:}mc)$,

4) der Didodecaëder $(a{:}na{:}pa{:}mc)$, in welchen n kleiner als 1, aber gröfser als $\frac{1}{2}$ ist,

5) des Dodecaëders zweiter Ordnung $(a{:}\frac{1}{2}a{:}a{:}mc)$,

6) der Didodecaëder $(a{:}na{:}pa{:}mc)$, in welchen n kleiner als $\frac{1}{2}$ ist,

7) des ersten sechsseitigen Prisma $(\infty a{:}a{:}a{:}\infty c)$.

Die Diagonalzonen der Hexagondodecaëder erster

---

*) Die dritte Nebenaxe ist mit einem Strich bezeichnet, weil, wenn man die Nebenaxe, die bei den Flächen der Kantenzone unverändert bleibt, zur ersten Axe annimmt, jene von der Fläche des ersten stumpfern Dodecaëders auf der entgegengesetzten Seite geschnitten wird.

Ordnung kommen sehr wenig ausgebildet vor, daher sie hier nicht weiter berücksichtigt werden.

B. Hemiëdrische Formen.

1. Rhomboëder.

Syn. Hemidodecaëder, Halbzwölfflächner.

Die Rhomboëder (Fig. 71. und 72.) sind von 6 Flächen begränzt, welche Rhomben sind, und haben also 12 Kanten und 8 Ecken.

Die Ecken sind zweierlei Art: 2 Endecken, *C*, sind dreiflächig und gleichkantig; 6 Seitenecken, *E*, sind dreiflächig und ungleich- und zwar zweierleikantig; letztere liegen nicht in einer Ebene, 3 abwechselnde Ecken liegen der obern, die 3 andern abwechselnden der untern Endecke näher, daher man die Seitenecken in obere und untere Seitenecken zu unterscheiden hat.

Die Kanten sind zweierlei Art: 6 Seitenkanten, *Z*, verbinden die Seitenecken untereinander, liegen also ebenso wenig wie diese in einer Ebene, sondern steigen im Zickzack auf und ab; 6 Endkanten, *X*, verbinden die Endecken und Seitenecken, und zwar die obere Endecke mit den drei obern Seitenecken (obere Endkanten), die untere Endecke mit den drei untern Seitenecken (untere Endkanten). Die obern und untern Endkanten berühren sich daher nicht, sind aber untereinander parallel.

Die Hauptaxe verbindet die beiden Endecken, die Nebenaxen die Mitten der gegenüberliegenden Seitenkanten.

Die Diagonalen der Flächen, welche zwei Seitenecken verbinden, heifsen horizontale Diagonalen, die, welche eine Endecke und eine Seitenecke verbinden, schiefe Diagonalen. Man unterscheidet obere und untere horizontale und schiefe Diagonalen, wie obere und untere Endkanten und Seitenecken. Die schiefen Diago-

nalen haben untereinander dieselbe Lage, wie die Endkanten, verbinden aber eine obere Endecke mit einer untern Seitenecke und umgekehrt.

Die durch die obern oder untern horizontalen Diagonalen gelegten Schnitte sind gleichseitige Dreiecke; sie stehen auf der Hauptaxe senkrecht, und theilen sie in drei gleiche Theile. Der durch die Mitte der Hauptaxe rechtwinklig gelegte Schnitt ist ein regelmäfsiges Sechseck; seine Diagonalen sind die Nebenaxen des Rhomboëders.

Die auf den Seitenkanten oder Endkanten rechtwinkligen Schnitte sind Rhomben; die Winkel in den Endkanten und Seitenkanten sind daher Komplementswinkel von einander.

Die durch die schiefen Diagonalen und die in den Endecken angränzenden Endkanten gelegten Schnitte sind Rhomboïde, wie das Rhomboïd Taf. X. Fig. 12.; die längern Seiten, CE und $E'C'$, entsprechen den Diagonalen, die kürzern Seiten, CE' und EC', den Endkanten des Rhomboëders, und die Diagonale CC' des Rhomboïds ist zugleich die Hauptaxe des Rhomboëders. Die Linien LE' und EL' sind die Durchschnitte der durch die obern und untern horizontalen Diagonalen des Rhomboëders gelegten Ebenen; sie werden von der Hauptaxe so getheilt, dafs das Stück auf der einen Seite die Hälfte von dem auf der andern ist. — Diese Schnitte, deren man drei durch jedes Rhomboëder legen kann, stehen auf den Flächen des Rhomboëders rechtwinklig, daher auch der Winkel LCK der Neigungswinkel der Flächen, der Winkel $E'CK$ der Neigungswinkel der Endkanten des Rhomboëders gegen die Hauptaxe ist. Wegen dieses Umstandes haben diese Schnitte eine besondere Wichtigkeit, und werden daher auch die Hauptschnitte des Rhomboëders genannt.

Die Rhomboëder werden in stumpfe und spitze Rhomboëder eingetheilt. Bei den erstern ist jeder der Endkantenwinkel gröfser, bei den letztern kleiner als 90°.

Rhomboëder, deren Endkantenwinkel 90° betragen, haben auch Seitenkanten von 90°, und sind daher in geometrischer Hinsicht Hexaëder. Sie würden sich indessen in den Kombinationskanten doch wie Rhomboëder verhalten müssen, und in diesen daher leicht von den Hexaëdern zu unterscheiden sein, sind aber bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Linien, welche die Endecken und die Mitten der Seitenkanten eines Rhomboëders verbinden, haben eine gleiche Lage wie die Endkanten; und Linien, welche die Mitten der Seitenkanten des Rhomboëders verbinden, eine gleiche Lage, wie die Seitenkanten eines Hexagondodecaëders. Ein Rhomboëder ist daher ein Hälftflächner eines Hexagondodecaëders, und entsteht aus demselben dadurch, dafs die abwechselnden Flächen, also drei obere, und drei diesen parallele untere Flächen so an Gröfse zunehmen, dafs die andern aus der Begränzung verdrängt werden. Je nachdem nun die einen oder die andern abwechselnden Flächen verdrängt werden, entstehen aus jedem Hexagondodecaëder zwei Rhomboëder, die in Rücksicht ihrer Gröfse gleich, in Rücksicht ihrer Stellung aber verschieden sind; das eine hat nämlich seine Endkanten in der Richtung der schiefen Diagonalen der Flächen des andern, erscheint also gegen das andere wie um 60° um seine Hauptaxe gedreht. Man sieht diese beiden Stellungen an den Rhomboëdern (Fig. 71. und 72.), die aus demselben Hexagondodecaëder (Fig. 67.) entsprungen sind. In Rücksicht der gegenseitigen Lage der Endkanten und Flächen befinden sich diese beiden Rhomboëder in demselben Verhältnifs, wie zwei Quadratoctaëder erster und zweiter Ordnung, oder zwei solche Hexagondodecaëder; daher sie auch Rhomboëder erster und zweiter Ordnung genannt werden *). Die Bezeichnung ist bei beiden, wie

---

*) Diese Benennung ist freilich nicht ganz consequent, denn als hemiëdrische Formen müfsten die beiden Rhomboëder eigentlich

die der Hexagondodecaëder, aus welchen sie entspringen: die Rhomboëder zweiter Ordnung werden von denen erster Ordnung dadurch unterschieden, dafs ihre Nebenaxen mit einem Strich versehen werden, denn ihre Flächen schneiden die Hälften der Axen, die denen entgegengesetzt sind, welche die Flächen der Rhomboëder erster Ordnung schneiden.

Die Bezeichnung dieser Rhomboëder ist also:

der Rhomboëder erster Ordnung $\frac{1}{2}(a:a:\infty a:mc)$,

» » zweiter » $\frac{1}{2}(a':a':\infty a:mc)$.

Der Bruch $\frac{1}{2}$ wird auch fortgelassen, wenn nur von Rhomboëdern die Rede ist.

Unter den Krystallen einer Gattung, deren Formen zur hemiëdrischen Abtheilung des drei- und einaxigen Krystallisationssystems gehören, kommen oft viele Rhomboëder, sowohl erster als zweiter Ordnung, vor, die stumpfer oder spitzer sind. Setzt man ihre Nebenaxen gleich, so ist die Hauptaxe bei den verschiedenen Rhomboëdern verschieden grofs, doch steht ihre Gröfse, wie die der Hauptaxe der Hexagondodecaëder, aus denen sie entsprungen sind, untereinander immer in einfachen und rationalen Verhältnissen. Von einem wird, wie bei den Hexagondodecaëdern, zur Bestimmung ihrer gegenseitigen Verhältnisse ausgegangen; es bildet die Grundform, oder das Hauptrhomboëder, und seine Bezeichnung ist:

$$(a:a:\infty a:c).$$

In Bezug auf dieses werden die Rhomboëder erster und zweiter Ordnung bestimmt. Die Rhomboëder, die mit dem Hauptrhomboëder eine ähnliche Lage der Flächen haben, sind Rhomboëder erster Ordnung, die ihre

rechte und linke Rhomboëder genannt werden. Indessen kommen zwei Rhomboëder, die von zwei Hexagondodecaëdern erster und zweiter Ordnung entstanden sind, nicht mit einander vor, daher die obige Benennung auch zu keinen Mifsverständnissen Veranlassung geben kann.

Kanten in der Richtung der Flächen des Hauptrhomboëders haben, Rhomboëder zweiter Ordnung.

In den Kombinationen des Hauptrhomboëders mit den übrigen Rhomboëdern bilden die Rhomboëder erster Ordnung, je nachdem ihre Flächen unter einem stumpfern oder spitzern Winkel gegen die Hauptaxe geneigt sind, als die Flächen des Hauptrhomboëders, dreiflächige Zuspitzungen der Endecken, die auf den Flächen des Hauptrhomboëders aufgesetzt sind, oder Abstumpfungen der Seitenecken, die auf den Endkanten des Hauptrhomboëders gerade aufgesetzt sind, und zwar die obern Flächen dieser Rhomboëder Abstumpfungen der untern, die untern Flächen Abstumpfungen der obern Seitenecken. Die Rhomboëder zweiter Ordnung bilden, je nachdem ihre Flächen unter einem stumpfern, einem gleichen, oder einem spitzern Winkel gegen die Hauptaxe geneigt sind, als die Endkanten des Hauptrhomboëders, dreiflächige Zuspitzungen der Endecken, die auf den Endkanten des Hauptrhomboëders gerade aufgesetzt, die geraden Abstumpfungen der Endkanten, oder Abstumpfungen der Seitenecken, die wie in den Kombinationen des Hauptrhomboëders mit den spitzern Rhomboëdern erster Ordnung auf den Endkanten des Hauptrhomboëders gerade aufgesetzt, doch von der Art sind, dafs die obern Flächen dieser Rhomboëder als Abstumpfungen der obern Seitenecken, die untern als Abstumpfungen der untern Seitenecken erscheinen.

Bei den Rhomboëdern kommen, wie bei den Quadratoctaëdern, Reihen von stumpfern und spitzern Rhomboëdern vor, von denen jedes vorhergehende stumpfere Rhomboëder eine gleiche Neigung der Flächen gegen die Axe hat, wie die Kanten des folgenden spitzern, von denen also jedes folgende das erste spitzere Rhomboëder des vorhergehenden, jedes vorhergehende das erste stumpfere des folgenden ist. Wie bei den Quadratoctaëdern sind die abwechselnden Glieder einer solchen

Reihe Rhomboëder gleicher Ordnung, die benachbarten Rhomboëder verschiedener Ordnung.

Eine solche Reihe bildet sich am häufigsten von dem Hauptrhomboëder aus. Die dem Hauptrhomboëder zunächst stehenden Rhomboëder finden sich stets am häufigsten, die andern seltener; bei dem Kalkspathe z. B. ist aufser dem ersten stumpfern und dem ersten spitzern Rhomboëder, welche sehr häufig vorkommen, nur noch das zweite und dritte spitzere und das zweite stumpfere Rhomboëder beobachtet.

In den Kombinationen des Hauptrhomboëders mit den Flächen des ersten stumpfern und des ersten spitzern Rhomboëders bilden die Flächen des erstern die geraden Abstumpfungen der Endkanten, die Flächen des letztern Abstumpfungen der Seitenecken, welche die in den Endkanten zusammenstofsenden Flächen des Hauptrhomboëders in Kanten schneiden, die den schiefen Diagonalen dieser Flächen parallel sind. An dieser Lage sind die Flächen des ersten stumpfern und spitzern Rhomboëders stets zu erkennen, die übrigen Rhomboëder der Reihe können nicht an ihrem Verhalten zum Hauptrhomboëder bestimmt werden. Eine Kombination des Hauptrhomboëders r mit dem ersten stumpfern und spitzern Rhomboëder, $\frac{r'}{2}$ und $2r'$, wie sie beim Chabasit vorkommt, ist Fig. 75. dargestellt; die Fig. 74. und 76. sind Kombinationen, wie sie beim Kalkspathe vorkommen, Fig. 74. des Haupt- und ersten stumpfern Rhomboëders, Fig. 76. des Haupt- und zweiten stumpfern Rhomboëders, $4r$; bei Fig. 74. herrschen die Flächen des ersten stumpfern, und bei Fig. 76. die Flächen des zweiten spitzern Rhomboëders vor.

Die Verhältnisse, in welchen die Axen der Rhomboëder einer solchen Reihe stehen, sind sehr einfach; die Hauptaxen derselben nehmen nämlich bei gleichen Nebenaxen von den stumpfern zu den spitzern Rhomboëdern in einer geometrischen Progression zu. Setzt man

die Hauptaxe der Grundform $=1$, so verhalten sich die Hauptaxen der stumpfern, des Haupt- und der spitzern Rhomboëder, wie die Zahlen

$$\ldots\frac{1}{8}:\frac{1}{4}:\frac{1}{2}:1:2:4:8\ldots$$

Man übersieht diese Verhältnisse sehr leicht in Tafel X. Fig. 11., wo die Hauptschnitte von drei auf einander folgenden Rhomboëdern von gleichen Nebenaxen dargestellt sind. Ist nämlich $ABCD$ der Hauptschnitt und AC die Hauptaxe des Hauptrhomboëders, so ist $ADFE$ der Hauptschnitt und AF die Hauptaxe des ersten stumpfern, $AGHB$ der Hauptschnitt und AH die Hauptaxe des ersten spitzern Rhomboëders. AD ist die Endkante des Hauptrhomboëders und zugleich die schiefe Diagonale des ersten stumpfern Rhomboëders, AB die schiefe Diagonale des Hauptrhomboëders und zugleich die Endkante des ersten spitzern Rhomboëders. Nun ist aber:

$AJ=\frac{2}{3}AF=\frac{1}{3}AC$, also $AF=\frac{1}{2}AC$, und
$AK=\frac{1}{3}AH=\frac{2}{3}AC$, also $AH=2AC$,

es verhält sich also:

$$AF:AC:AH=\tfrac{1}{2}:1:2.$$

Was aber von den drei mittelsten Rhomboëdern der Reihe bewiesen ist, läfst sich auch von je drei andern auf einander folgenden Rhomboëdern der Reihe beweisen. Die Bezeichnung der Rhomboëder dieser Reihe ist also:

des Hauptrhomboëders	$=(a:a:\infty a:\ c)$,
des ersten stumpfern Rhomboëders	$=(a':a':\infty a:\frac{1}{2}c)$,
» zweiten » »	$=(a:a:\infty a:\frac{1}{4}c)$,
» dritten » »	$=(a':a':\infty a:\frac{1}{8}c)$,
u. s. f.;	
des ersten spitzern Rhomboëders	$=(a':a':\infty a:2c)$,
» zweiten » »	$=(a:a:\infty a:4c)$,
» dritten » »	$=(a':a':\infty a:8c)$,
u. s. f.	

Aufser der Reihe von Rhomboëdern, die zum Mittel-

telpunkte das Hauptrhomboëder hat, finden sich bei sehr ausgebildeten rhomboëdrischen Systemen noch andere Reihen von Rhomboëdern, die von andern Rhomboëdern als dem Hauptrhomboëder ausgehen. So finden sich z. B. beim Kalkspath Rhomboëder einer Reihe, die von einem scharfen Rhomboëder zweiter Ordnung ($a':a':\infty a:5c$), das also nicht zur Hauptreihe gehört, ausgehen; denn sowohl das erste stumpfere ($a:a:\infty a:\frac{5}{2}c$), als auch das zweite stumpfere desselben ($a':a':\infty a:\frac{5}{4}c$) sind beobachtet. Dergleichen Reihen kommen jedoch schon seltener vor.

Bei den Rhomboëdern solcher Reihen, die nicht von der Grundform ausgehen, mufs man jedesmal, wenn man von ersten stumpfern oder spitzern Rhomboëdern spricht, das Rhomboëder bezeichnen, auf welches man sie bezieht; spricht man ohne weitern Zusatz von einem ersten stumpfern oder spitzern Rhomboëder, so sind diese Rhomboëder immer auf die Grundform zu beziehen.

Auch Rhomboëder von verschiedener Ordnung und von gleicher Neigung der Flächen gegen die Hauptaxe kommen zusammen vor. Die Flächen dieser Rhomboëder würden also zusammen bei gleicher Gröfse ein Hexagondodecaëder bilden; wenn sie indefs auch in ihren geometrischen Verhältnissen gleich sind, unterscheiden sie sich doch gewöhnlich in der Gröfse ihrer Flächen und in ihrem übrigen physikalischen Ansehn von einander, und verhalten sich also zu einander, wie ein rechtes oder linkes Tetraëder, welche ebenfalls zusammen vorkommen. Man nennt ein Rhomboëder von ungleicher Ordnung, aber von gleichen Winkeln mit einem andern, das Gegenrhomboëder von diesem. Beim Kalkspath findet sich auf diese Weise z. B. das Gegenrhomboëder ($a':a':\infty a:c$) des Hauptrhomboëders. Kombinationen dagegen von Rhomboëdern, die von Hexagondodecaëdern verschiedener Ordnung entspringen, kommen, wie schon erwähnt, nicht vor.

Unter den Kombinationen der Rhomboëder mit den homoëdrischen Formen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems kommen nur Kombinationen der Rhomboëder mit den Formen vor, die den Raum nicht vollständig begränzen, wie mit der geraden Endfläche, den beiden sechsseitigen und den zwölfseitigen Prismen; dagegen finden sich keine Kombinationen mit Hexagondodecaëdern oder Didodecaëdern.

Die gerade Endfläche bildet an den verschiedenen Rhomboëdern die gerade Abstumpfungsfläche der Endecke, und hat dann die Form eines gleichseitigen Dreieckes. Ist sie so grofs, dafs sie bis zu den Seitenecken eines Rhomboëders reicht, so hat die Kombination mehr oder weniger Aehnlichkeit mit dem Octaëder, doch sind nur die zwei Flächen, welche die geraden Endflächen bilden, gleichseitige Dreiecke; die übrigen Rhomboëderflächen erscheinen als gleichschenklige Dreiecke (Fig. 73., eine Form des Kalkspaths, wo *c* die gerade Endfläche und *r* die Flächen des Hauptrhomboëders sind).

Die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma bilden, wenn sie untergeordnet erscheinen, an allen Rhomboëdern, sowohl erster als zweiter Ordnung, Abstumpfungen der Seitenecken, welche vertikal, und bei den obern Ecken auf den untern, bei den untern Ecken auf den obern Rhomboëderflächen gerade aufgesetzt sind. Haben diese Abstumpfungsflächen eine solche Gröfse, dafs sie sich nur einander berühren, so erscheinen die Rhomboëderflächen als symmetrische Fünfecke mit dreierlei Seiten, während die Abstumpfungsflächen selbst die Gestalt von gleichschenkligen Dreiecken haben. Herrschen in diesen Kombinationen die Flächen des sechsseitigen Prisma vor, so bilden die Flächen des Rhomboëders dreiflächige Zuspitzungen der Enden des Prisma, die auf den abwechselnden Flächen desselben gerade aufgesetzt sind. Die Flächen von Rhomboëdern der einen Ordnung sind auf

den einen, die von Rhomboëdern der andern Ordnung auf den andern abwechselnden Flächen aufgesetzt. Da die untern Flächen eines Rhomboëders den obern parallel sind, so erscheinen auch die untern Zuspitzungsflächen auf den abwechselnden Flächen des Prisma aufgesetzt, worauf die obern Flächen nicht aufgesetzt sind (Fig. 77., eine Kombination des Kalkspaths, bei welcher $\frac{r'}{2}$ die Flächen des Rhomboëders (des ersten stumpfern), *g* die Flächen des sechsseitigen Prisma darstellen). Die Flächen des Prisma haben nun, wie die der Rhomboëder, die Gestalt von Fünfecken, an welchen sich ebenfalls dreierlei verschiedene Seiten finden.

Die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma bilden, wenn sie untergeordnet hinzutreten, an den Rhomboëdern, sowohl erster als zweiter Ordnung, Abstumpfungsflächen der Seitenkanten. Die Rhomboëderflächen haben in dieser Kombination ihre Gestalt nicht verändert; die Flächen des zweiten Prisma erscheinen als Rhomboïde. Herrschen die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma, so bilden die Flächen eines Rhomboëders dreiflächige Zuspitzungen der Enden des Prisma, die auf den abwechselnden Kanten gerade aufgesetzt sind (Fig. 78., welche eine Kombination des Hauptrhomboëders *r* des Dioptases mit dem zweiten sechsseitigen Prisma *a* darstellt). Die Zuspitzungsflächen sind in den Kombinationen der Rhomboëder der einen Ordnung auf den einen, in den Kombinationen der Rhomboëder der andern Ordnung auf den andern abwechselnden Kanten gerade aufgesetzt. Die beiden sechsseitigen Prismen unterscheiden sich also in der Kombination mit den Rhomboëdern dadurch, dafs bei dem ersten Prisma die Rhomboëder sowohl erster als zweiter Ordnung auf den Flächen, bei dem zweiten auf den Kanten aufgesetzt sind.

Die Flächen der zwölfseitigen Prismen kommen in der Regel nur an solchen Kombinationen der Rhomboëder vor, an welchen sich auch die sechsseitigen

Prismen finden, zu welchen sie also, wie bei den homoëdrischen Kombinationen dieses Systems, hinzutreten.

2. Die Skalenoëder.

Syn. Dreiunddreikantner, Hemididodecaëder, Halbzweimalzwölfflächner.

Die Skalenoëder *) (Fig. 79., Kalkspath) sind von 12 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, und haben 18 Kanten und 8 Ecken.

Die Kanten sind dreierlei; 6 kürzere und schärfere Endkanten, *X*, und 6 längere und stumpfere Endkanten, *Y*, von denen die einen wie die Endkanten eines Rhomboëders der einen Ordnung, die andern wie die Endkanten eines Rhomboëders der andern Ordnung liegen, so dafs daher die längern und stumpfern Endkanten des obern Endes auf die kürzern und schärfern des untern Endes stofsen; ferner 6 Seitenkanten, *Z*, die wie die Seitenkanten eines Rhomboëders nicht in einer Ebene liegen, sondern im Zickzack auf- und absteigen.

Die Ecken sind zweierlei: 2 Endecken, *C*, die sechsflächig und symmetrisch sind, und 6 Seitenecken, *E*, die vierflächig und unregelmäfsig sind, und von denen, wie bei den Seitenecken des Rhomboëders, 3 abwechselnde der obern Endecke, die 3 andern der untern Endecke näher liegen.

Die Hauptaxe verbindet die Endecken, die Nebenaxen die Mitten der gegenüberliegenden Seitenkanten.

Der Schnitt, der durch die obern oder untern Seitenecken gelegt wird, ist ein symmetrisches Sechseck, wie Taf. X. Fig. 6.; es hat abwechselnd schärfere Winkel, *A*, und stumpfere, *E*. Der durch die Mitte der Seitenkanten gelegte Schnitt ist ein symmetrisches Zwölfeck.

Der durch zwei parallele Endkanten gelegte Schnitt

---

*) Der Name Skalenoëder ist nach der Form der Flächen gebildet.

ist ein Rhomboïd, wie Taf. X. Fig. 9. ***AE*** und ***A'E*** sind die längern, ***AE'*** und ***A'E*** die kürzern Endkanten; er heifst der Hauptschnitt des Skalenoëders.

Die Skalenoëder sind die parallelflächigen hemiëdrischen Formen der Didodecaëder (Fig. 69.), und entstehen aus denselben, wenn die an den einen oder den andern abwechselnden Endkanten ***D*** oder ***F*** liegenden Flächenpaare sich ausdehnen. Die zwei Skalenoëder, die auf diese Weise aus jedem Didodecaëder entspringen, haben daher gegen einander dieselbe Lage, wie die beiden Rhomboëder, die aus einem Hexagondodecaëder entspringen; das eine erscheint gegen das andre um 60° um seine Hauptaxe gedreht.

Die Bezeichnung ist wie die der Didodecaëder mit dem Bruch $\frac{1}{2}$, also:

$$\tfrac{1}{2}(a : na : pa : mc) \text{ und}$$
$$\tfrac{1}{2}(a' : na' : pa' : mc).$$

Die Skalenoëder kommen, wie die Rhomboëder, nicht mit den Didodecaëdern und Hexagondodecaëdern zusammen vor, daher man auch den Bruch $\frac{1}{2}$ wird häufig fortlassen können, ohne Mifsverständnisse zu erregen.

Da die Seitenkanten und die zweierlei Endkanten eines Skalenoëders dieselbe Lage haben, wie die Seitenkanten von einem, und die Endkanten von zwei andern Rhomboëdern, so werden durch jedes Skalenoëder zugleich drei verschiedene Rhomboëder bezeichnet, die in naher Beziehung zu dem Skalenoëder stehen, und die auch alle mit demselben sehr häufig vorkommen. In dem Folgenden sind ein Rhomboëder und ein Skalenoëder, deren Seitenkanten gleiche Lage haben, das erstere in Bezug auf das letztere das Seitenkanten-Rhomboëder des Skalenoëders, das letztere in Bezug auf das erstere das Seitenkanten-Skalenoëder des Rhomboëders genannt, und auf eine ähnliche Weise mögen die Ausdrücke Endkanten-Skalenoëder eines Rhomboëders, oder Endkanten-Rhomboëder eines Skalenoë-

ders, oder je nachdem die Endkanten des Rhomboëders in ihrer Lage mit den schärfern oder stumpfern Endkanten des Skalenoëders übereinkommen, Rhomboëder der schärfern Endkanten, oder Rhomboëder der stumpfern Endkanten eines Skalenoëders zu verstehen sein.

Das Seitenkanten-Rhomboëder eines Skalenoëders hat bei gleicher Länge der Seitenkanten natürlich eine kürzere Hauptaxe als dieses, doch steht dieselbe jedesmal in einem einfachen Verhältnisse mit der Hauptaxe des Skalenoëders. Es finden sich bei einer Gattung oft mehrere Skalenoëder, die ein gleiches Seitenkanten-Rhomboëder, aber verschiedene Hauptaxen haben. Beim Kalkspath z. B. kommen unter andern mehrere Skalenoëder vor, deren Seitenkanten-Rhomboëder das Hauptrhomboëder ist. Setzt man dessen Hauptaxe gleich 1, so verhalten sich die Hauptaxen der vorkommenden Skalenoëder bei gleichen Seitenkanten wie die Zahlen 2, 3, 5, 7, 9 u. s. w. Das zweite dieser Skalenoëder kommt am häufigsten vor, sein Zeichen ist $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c)$; es ist dasselbe, welches Fig. 79. dargestellt ist. Fig. 9. Taf. X. stellt seinen Hauptschnitt $AEA'E'$ mit dem Hauptschnitt $CECE'$ des Hauptrhomboëders, seines Seitenkanten-Rhomboëders, vor.

Die Rhomboëder der schärfern und stumpfern Endkanten eines Skalenoëders haben bei gleichen Hauptaxen eine kleinere horizontale Projection. Man ersieht diefs aus Taf. X. Fig. 10., in welcher $AEA'E'$ denselben Hauptschnitt wie in Fig. 9., $ADA'D'$ einen Hauptschnitt des Rhomboëders der stumpfern Endkanten, $AFA'F'$ einen Hauptschnitt des Rhomboëders der schärfern Endkanten darstellt. Die Rhomboëder der Seitenkanten und der schärfern Endkanten eines Skalenoëders sind untereinander gleicher Ordnung, das Rhomboëder der stumpfern Endkanten ist dagegen mit jenen verschiedener Ordnung. Man ersieht diefs ebenfalls aus der an-

geführten Figur, denn die Linien ***CE*** und ***AF*** sind die schiefen Diagonalen des Rhomboëders der Seitenkanten und der schärfern Endkanten, ***AD'*** ist die schiefe Diagonale des Rhomboëders der stumpfern Endkanten; die erstern liegen auf gleicher, die letztern auf entgegengesetzter Seite des obern Endes der Hauptaxe, daher die zugehörigen Rhomboëder der erstern gleicher Ordnung, das Rhomboëder der letztern mit jenen verschiedener Ordnung sind. Bei dem oben angeführten Skalenoëder des Kalkspaths ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c$) ist das Rhomboëder der schärfern Endkanten das zweite spitzere Rhomboëder ($a:a:\infty a:4c$), das Rhomboëder der stumpfern Endkanten das Rhomboëder ($a':a':\infty a:5c$).

Da die zweierlei Endkanten eines Skalenoëders den Endkanten zweier in einer Gattung möglichen Rhomboëder entsprechen, so können sie untereinander in ihrer Neigung gegen die Hauptaxe auch so verschieden sein, als nur die Endkanten zweier zusammen vorkommender Rhomboëder verschiedener Ordnung verschieden sein können. Da indessen auch zwei solche Rhomboëder zusammen vorkommen können, die gleiche Winkel haben, also Gegenrhomboëder sind, so werden auch Skalenoëder vorkommen können, bei denen die Winkel in den zweierlei Endkanten gleich sind, und bei denen folglich die Seitenkanten in einer Ebene liegen. Ein solches Skalenoëder wird also völlig das Ansehn eines Hexagondodecaëders haben, und (abgesehen von seinen vielleicht stattfindenden Spaltungsrichtungen) wenn es allein vorkommt, von letzterm auch nicht zu unterscheiden sein; nur in den Kombinationen, in denen es sich anders verhält, wie die Hexagondodecaëder, wird es erkannt werden können.

Kombinationen der Skalenoëder.

Die Skalenoëder kommen mit andern Skalenoëdern, mit Rhomboëdern und mit den ungeschlossenen Formen

des drei- und einaxigen Krystallisationssystems in Kombination vor. Die geschlossenen hemiëdrischen Formen dieses Systems, die Hexagon- und Didodecaëder, treten ebenso wenig mit den Skalenoëdern, wie mit den Rhomboëdern in Kombination.

Skalenoëder und Rhomboëder.

Kombinationen der Skalenoëder mit den verschiedenen Rhomboëdern kommen sehr häufig vor; am häufigsten finden sich indessen die Kombinationen eines Skalenoëders mit den drei zugehörigen Rhomboëdern, besonders dem Rhomboëder der Seitenkanten, daher diese hier auch vorzugsweise berücksichtigt werden sollen. Nach ihnen hat man dann die Lage der übrigen Rhomboëder zu beurtheilen.

In der Kombination eines Skalenoëders mit seinem Seitenkanten-Rhomboëder erscheinen, wenn die Flächen des letztern herrschen, die Flächen des Skalenoëders als Zuschärfungsflächen der Seitenkanten des Rhomboëders; wenn die Flächen des Skalenoëders herrschen, die Flächen des Rhomboëders als dreiflächige Zuspitzungen des Endes des Skalenoëders; die Zuspitzungsflächen sind auf den längern Kanten gerade aufgesetzt, und die entstehenden Kombinationskanten den Seitenkanten des Rhomboëders parallel (Fig. 81., welche eine Kombination des Skalenoëders ($a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$) mit dem Hauptrhomboëder des Kalkspaths ist).

In den Kombinationen der Skalenoëder mit den Rhomboëdern der Endkanten erscheinen die Flächen der Skalenoëder als Zuschärfungsflächen der Endkanten der Rhomboëder, wie in Fig. 80., welche eine Kombination des Kalkspaths, und zwar des Skalenoëders ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c$) mit dem Rhomboëder der schärfern Endkanten desselben ($a:a:\infty a:4c$), darstellt. Es ergiebt sich leicht, dafs die nächsten stumpfern Rhomboëder von den Rhomboëdern der Endkanten am Skalenoëder als Abstumpfungsflächen

der stumpfern oder schärfern Endkanten erscheinen; wie denn auch häufig die schärfern Endkanten des Skalenoëders ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c$) am Kalkspath durch die Flächen des ersten schärfern Rhomboëders ($a':a':\infty a:2c$) abgestumpft erscheinen.

Skalenoëder mit den Prismen und der geraden Endfläche.

In den Kombinationen der Skalenoëder mit dem ersten sechsseitigen Prisma erscheinen die Flächen des letztern am Skalenoëder als Abstumpfungsflächen der Seitenecken. Sind die Abstumpfungsflächen nur so grofs, dafs sie sich untereinander in Punkten berühren, so haben sie die Gestalt von symmetrischen Trapezoïden, welche abwechselnd ihre stumpfern und schärfern Winkel nach oben gekehrt haben, wie in der Kombination des Kalkspaths, Fig. 82., welche, abgesehen von den mit $2x$ bezeichneten Flächen, eine Kombination des Skalenoëders ($a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c$) mit dem ersten sechsseitigen Prisma g ist. Sind die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma gröfser, so dafs sie sich untereinander in Kanten schneiden, so haben sie die Gestalt von symmetrischen Sechsecken.

Die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma erscheinen an den Skalenoëdern als Abstumpfungen der Seitenkanten.

Die Flächen der zwölfseitigen Prismen erscheinen gewöhnlich nur da, wo die sechsseitigen Prismen herrschen, und dann wie oben angegeben ist.

Die gerade Endfläche bildet die gerade Abstumpfungsfläche der Endecken, und hat dann die Gestalt eines symmetrischen Sechseckes, wie die durch die obern oder untern Endecken gelegten Schnitte, denen sie parallel ist.

Skalenoëder mit Skalenoëdern.

Kombinationen der Skalenoëder untereinander sind ebenso häufig und vielfältig, als die der Skalenoëder mit

den Rhomboëdern. In dem Folgenden sind nur einige der interessanteren Kombinationen herausgehoben, die dazu dienen können, die andern zu erklären. Die gewählten Kombinationen finden sich alle beim Kalkspath.

Fig. 83. stellt eine Kombination des Hauptrhomboëders r mit zwei seiner Seitenkanten-Skalenoëder $3z$ und $5z$ dar, die sich daher untereinander und das Hauptrhomboëder in Kanten schneiden, die den Seiten- oder Endkanten desselben parallel sind. Das erstere Skalenoëder ist das schon oben mehrmals angeführte, beim Kalkspath gewöhnlich vorkommende Skalenoëder $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c)$, das andre das Skalenoëder $(\frac{1}{2}a:\frac{1}{5}a:\frac{1}{3}a:c)$. Aufser diesen finden sich noch die Flächen $4r$ eines Rhomboëders gleicher Ordnung mit dem Hauptrhomboëder, welches das erste stumpfere Rhomboëder des Rhomboëders der stumpfern Endkanten von $5z$ ist, dessen Flächen daher als Abstumpfungsflächen der stumpfern Endkanten von $5z$ erscheinen, und welches zugleich das Rhomboëder der schärfern Endkanten von $3z$ ist, dessen Flächen daher mit $3z$ Kombinationskanten bilden, die den schärfern Endkanten dieses parallel sind. Das Rhomboëder ist also, wie das in Fig. 80. $(a:a:\infty a:4c)$; g sind die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma. Die in der Kombination enthaltenen Formen sind also:

$$\begin{aligned} r &= (\;a:\;a:\infty a:\;c), \\ 4r &= (\;a:\;a:\infty a:4c), \\ g &= (\;a:\;a:\infty a:\infty c), \\ 3z &= (\;a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}a:\;c), \\ 5z &= (\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{5}a:\tfrac{1}{3}a:\;c). \end{aligned}$$

Fig. 84. ist eine Kombination zweier Skalenoëder $3z$ und $\underline{\frac{1}{2}}$ mit zwei zu ihnen gehörenden Seitenkanten-Rhomboëdern, dem Haupt- und dem ersten spitzern Rhomboëder r und $2r'$. Die Kombinationskanten dieser beiden Rhomboëder sind also den schiefen Diagonalen von r parallel, die Kombinationskanten von $3z$ und r den Endkanten von r, und die Kombinationskanten von $\underline{\frac{1}{2}}$ und

$2r'$ den Kombinationskanten von $2r'$ und r, oder den Endkanten von $2r'$. Das Skalenoëder $3z$ ist das gewöhnliche $(a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}a:c)$, die Flächen $2r'$, welche die Flächen des ersten stumpfern von $4r$ sind, erscheinen daher als Abstumpfungsflächen der schärfern Endkanten von $3z$. Das Skalenoëder $\underline{\frac{1}{2}}$ hat das Zeichen $(a':\frac{1}{4}a':\frac{1}{3}a':c)$; das Rhomboëder seiner schärfern Endkanten ist dasselbe, wie das Rhomboëder der stumpfern Endkanten von $3z$, daher auch in der dargestellten Kombination die Flächen des letztern als Zuschärfungsflächen der schärfern Endkanten von $\underline{\frac{1}{2}}$ erscheinen. Die in der Kombination enthaltenen Formen sind also:

$$r = (a:\ a:\infty a:\ c),$$
$$2r' = (a':\ a':\infty a:2c),$$
$$3z = (a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}a:\ c),$$
$$\underline{\tfrac{1}{2}} = (a':\tfrac{1}{4}a':\tfrac{1}{3}a':\ c).$$

Fig. 82. ist die schon früher angeführte Kombination des Skalenoëders $3z$ mit dem ersten Prisma g und den Flächen $2x$, welche die Flächen des Skalenoëders $(a:\frac{1}{3}a:\frac{1}{2}a:\frac{1}{4}c)$ sind. Das Rhomboëder der schärfern Endkanten desselben ist das Hauptrhomboëder, so dafs, da $3z$ ein Seitenkanten-Rhomboëder von dem Hauptrhomboëder ist, die Flächen dieses, wenn sie zu der Kombination hinzutreten würden, als Abstumpfungsflächen der Kombinationsecken von $2x$ und $3z$ erscheinen, und mit den Flächen dieser Formen Kanten bilden würden, die den Endkanten von r, oder den schärfern Endkanten von $2x$ parallel wären. Die Skalenoëder $3z$ und $2x$ haben in ihrem Zeichen gleiche Werthe in den Nebenaxen, daher auch die Kombinationskanten von $2x$ und $3z$ horizontal sind. Die in der Kombination enthaltenen Formen sind also:

$$3z = (a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}a:\ c),$$
$$2x = (a:\tfrac{1}{3}a:\tfrac{1}{2}a:\tfrac{1}{4}c),$$
$$g = (a:\ a:\infty a:\infty c).$$

Die Rhomboëder und Skalenoëder sind die parallelflächigen hemiëdrischen Formen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems; es kommen nun noch in diesem System geneigtflächige hemiëdrische Formen vor, doch zu selten und zu untergeordnet, um hier darauf Rücksicht zu nehmen. Die parallelflächigen Formen des drei- und einaxigen Systems verdienen aber eine besondere Berücksichtigung, da sie so ausgezeichnet, sowohl selbstständig als in Kombinationen vorkommen, und sich aufserdem noch häufiger finden, als die homoëdrischen Formen des drei- und einaxigen Systems; sie sind daher auch noch wichtiger als diese. Wenn gleich die hemiëdrischen Formen keine Flächen haben, die nicht auch bei den homoëdrischen vorkommen, so entstehen doch bei jenen durch die grofse Ausdehnung einzelner Flächen Zonen, die entweder neu, oder bei den homoëdrischen Formen von weniger Bedeutung sind, und daher hier besonders betrachtet werden müssen.

Zonen der hemiëdrischen Formen des drei- und einaxigen Krystallisationssystems.

I. **Horizontale Zone.** In dieser Zone liegen dieselben Flächen wie in der der homoëdrischen Formen.

II. **Vertikale Zone des ersten sechsseitigen Prisma.** In dieser Zone liegen die Flächen:

1) des ersten sechsseitigen Prisma,
2) der Rhomboëder erster Ordnung,
3) die gerade Endfläche,
4) die Flächen der Rhomboëder zweiter Ordnung.

III. **Vertikale Zonen des zweiten sechsseitigen Prisma.** In diesen Zonen liegen die Flächen:

1) des zweiten sechsseitigen Prisma,
2) der Skalenoëder mit gleichen Endkanten,
3) die gerade Endfläche.

IV. Vertikale Zonen der zwölfseitigen Prismen. In den Zonen eines bestimmten zwölfseitigen Prisma liegen die Flächen:

1) dieses bestimmten zwölfseitigen Prisma,

2) der Skalenoëder, die mit diesem ein gleiches Verhältnifs der Nebenaxen haben,

3) die gerade Endfläche.

V. Kantenzonen der Rhomboëder. In den Kantenzonen eines jeden Rhomboëders liegen die Flächen:

1) seines erstern stumpfern Rhomboëders,

2) seiner Endkanten-Skalenoëder,

3) seine eignen Flächen,

4) die Flächen seiner Seitenkanten-Skalenoëder,

5) des zweiten sechsseitigen Prisma.

In den Kantenzonen von Rhomboëdern erster und zweiter Ordnung liegen die Flächen derselben Formen; die Diagonalzonen (d. i. Zonen der schiefen Diagonalen) von Rhomboëdern sind keine neue Zonen, sie sind dieselben, wie die Kantenzonen der ersten spitzern Rhomboëder dieser Rhomboëder.

IV.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.

Die zu dem ein- und einaxigen Krystallisationssystem gehörigen Formen sind durch drei Axen ausgezeichnet, die sämmtlich untereinander rechtwinklig und ungleichartig sind. Eine jede dieser Axen ist eine einzelne Axe,

daher in geometrischer Hinsicht keine vor der andern ausgezeichnet ist. Es ist demnach auch völlig gleichgültig, welche derselben zur Hauptaxe oder zu der einen und der andern Nebenaxe gewählt wird, nur hat man die einmal gewählten Axen und die dadurch hervorgebrachte Stellung der Krystalle für sämmtliche Krystalle einer Gattung unverändert beizubehalten. Durch das Vorherrschen der Flächen gewisser Formen in den Kombinationen, und durch die Art, wie die Krystalle auf der Unterlage aufgewachsen sind, wird indessen oft eine Axe ausgezeichnet, die man gewöhnlich zur Hauptaxe nimmt; den beiden andern Axen, die dadurch Nebenaxen geworden sind, gebe man nun dieselbe Stellung, wie den Nebenaxen in dem zwei- und einaxigen Krystallisationssystem; die vordere heifse die erste, die andre die zweite Nebenaxe. Die drei Ebenen, welche durch die Haupt- und erste Nebenaxe, durch die Haupt- und zweite Nebenaxe, und durch die zwei Nebenaxen gelegt werden können, mögen die erste und zweite (vertikale) und die basische Axenebene heifsen. Die erste Nebenaxe wird mit *a*, die zweite mit *b*, die Hauptaxe mit *c* bezeichnet.

A. Homoëdrische Formen.

1. Rhombenoctaëder.

Die Rhombenoctaëder (Fig. 85., Schwefel) sind von 8 ungleichseitigen Flächen begränzt, haben also 12 Kanten und 6 Ecken.

Die Kanten sind dreierlei Art: 4 Endkanten, *D*, welche in der ersten Axenebene; 4 Endkanten, *F*, welche in der zweiten Axenebene, und 4 Seitenkanten, *G*, welche in der Basis liegen.

Die Ecken sind dreierlei Art, doch alle vierflächig und symmetrisch; 2 Endecken, *C*; 2 Seitenecken, *A*,

in der ersten; 2 Seitenecken, *B*, in der zweiten Axenebene.

Die durch die dreierlei Kanten gelegten Schnitte sind Rhomben.

Solcher Rhombenoctaëder können unter den verschiedenen Krystallen einer Mineralgattung oft viele vorkommen, die in Rücksicht der Länge einzelner oder aller Axen untereinander verschieden sind, doch stehen in diesem Fall, wie die Beobachtung auch hier gelehrt hat, die sich entsprechenden Axen in einfachen und rationalen Verhältnissen. Von einem wird, zur Bestimmung der Beziehungen sämmtlicher vorkommender Rhombenoctaëder zu einander, ausgegangen; es bildet die Grundform und heifst das Hauptoctaëder, und bei der Wahl derselben läfst man sich von denselben Beweggründen leiten, die bei Gelegenheit der Wahl der Grundform im zwei- und einaxigen Krystallisationssystem angeführt sind. Das Zeichen der Grundform ist:

$$(a:b:c).$$

Die übrigen vorkommenden Octaëder haben nun

bei gleichen Axen a und b verschiedene Axen c,
oder » » » a » c » » b,
» » » » b » c » » a,
» » » » c » » a u. b.

Die Bezeichnung dieser Rhombenoctaëder ist:

$$(\ a:\ b:mc),$$
$$(\ a:mb:\ c),$$
$$(ma:\ b:\ c),$$
$$(ma:nb:\ c),$$

in welchen Zeichen die Buchstaben m und n immer einfache und rationale Werthe haben, die bald gröfser, bald kleiner als 1 sind. Octaëder zweiter Ordnung, wie im zwei- und einaxigen System, kommen aber hier nicht vor, da die Endkanten der Rhombenoctaëder verschieden, also auch die in ihrer Richtung sich findenden Flächen nicht gleichnamig sind. Da indessen Rhombenoctaëder vorkom-

men können, die in allen Axen von der Grundform verschieden sind, so kann die Zahl der bei einer Mineralgattung beobachteten Rhombenoctaëder noch gröfser sein, als die der Quadratoctaëder. In der Wirklichkeit ist jedoch auch hier die Zahl der vorkommenden Rhombenoctaëder gewöhnlich sehr beschränkt.

Die Grundform werde so gestellt, dafs ihre kleinere Nebenaxe die erste, und die gröfsere Nebenaxe die zweite sei. Bei der Grundform sind dann die in der ersten Axenebene liegenden Endkanten die stumpfern und kürzern, die in der zweiten Axenebene liegenden Endkanten die schärfern und längern; bei den abgeleiteten Rhombenoctaëdern sind aber bald die in der ersten, bald die in der zweiten Axenebene liegenden Endkanten die stumpfern oder schärfern.

Die Flächen derjenigen Rhombenoctaëder, die mit der Grundform ein gleiches Verhältnifs der Nebenaxen haben, bilden in den Kombinationen mit dieser, wenn bei gleichen Nebenaxen ihre Hauptaxe gröfser ist, als die der Grundform, Zuschärfungen der Seitenkanten der Grundform, und wenn ihre Hauptaxe kleiner ist, Zuspitzungen der Endecken, die auf den Flächen der Grundform gerade aufgesetzt sind. Die Flächen der stumpfern Octaëder würden also auf eine ähnliche Weise erscheinen, wie die Flächen $\frac{o}{3}$ bei dem Quadratoctaëder *o* des Anatases, Figur 57., und so würden auch die Flächen $\frac{o}{3}$ an dem Rhombenoctaëder *o* des Schwefels (Fig. 86.) erscheinen, wenn man die Flächen *c* und *f* aus der Kombination hinwegdenkt; die Flächen *o* bezeichnen hierbei die Grundform, $\frac{o}{3}$ die Flächen des stumpfern Rhombenoctaëders $(a:b:\frac{1}{3}c)$.

Auf ähnliche Weise erscheinen an den andern Kanten und Ecken der Grundform die Rhombenoctaëder, welche verschiedene Axen *a* oder *b* haben. Die Flächen der Rhombenoctaëder, bei denen nur eine Axe mit der Grundform gleich und zwei verschieden sind, schneiden die

Grund-

Grundform in Kanten, die schief laufen und keiner der Kanten der Grundform parallel sind.

Die Axen der Grundformen verschiedener Mineralgattungen, deren Krystalle zum ein- und einaxigen Krystallisationssystem gehören, stehen auch hier, wie überall, in keinem einfachen und rationalen Verhältnifs, und können daher nicht zusammen vorkommen.

Ueber das Verhältnifs, in welchem die einzelnen Axen eines und desselben Rhombenoctaëders stehen, ist mit Sicherheit auch hier noch kein Gesetz aufgefunden. Die Werthe dieser Axen müssen jedesmal aus den gemessenen Kantenwinkeln berechnet werden, doch hat man dazu schon nöthig, wegen der dreierlei Kanten der Rhombenoctaëder, zwei Kantenwinkel zu messen. Es erleichtert die Uebersicht, wenn man eine Axe, etwa die zur zweiten Nebenaxe angenommene, gleich 1 setzt. So hat man aus den gemessenen Winkeln für die Axen der Grundform des Schwefels (Fig. 85.) die Werthe

$$a:b:c = 0{,}8108:1:1{,}9043$$

berechnet, aus welchen umgekehrt wieder folgende Winkel für die dreierlei Kanten der Grundform sich herleiten lassen:

Neigung der Flächen in den Endkanten	$D =$	106° 16′
» » » » » »	$F =$	84 58′
» » » » » Seitenkant.	$G =$	143 24.

Aus der Ungleichheit der drei Axen, die den Grundcharakter des ein- und einaxigen Krystallisationssystems bilden, geht hervor, dafs aufser den Rhombenoctaëdern in diesem System keine andere den Raum ganz umschliefsende einfache Formen vorkommen können. Jede Fläche, die die drei Axen schneidet, ist, bei der Verschiedenheit derselben, gegen jede verschieden geneigt, und diese Verschiedenheit mag gröfser oder geringer sein, so entstehen dadurch keine neue Arten von Formen. Um so gröfser ist aber die Verschiedenartigkeit der Formen, die den Raum nicht vollständig begränzen.

2. Rhombische Prismen.

Die rhombischen Prismen sind vierseitige Prismen, deren rechtwinkliger Querschnitt ein Rhombus ist; sie haben daher zweierlei, stumpfere und schärfere, Kanten. Ihre Flächen sind stets einer der drei rechtwinkligen Axen parallel, und ihr rechtwinkliger Querschnitt daher den beiden andern. Als ungeschlossene Formen können sie natürlich nicht allein vorkommen, sondern sie finden sich immer in Kombination untereinander oder mit den übrigen Formen des ein- und einaxigen Krystallisationssystems. Nach ihrer Lage unterscheidet man **vertikale** und **horizontale Prismen**.

1) **Die vertikalen Prismen** sind der Hauptaxe parallel, ihr rechtwinkliger Querschnitt fällt daher mit dem Seitenkantenschnitt der Rhombenoctaëder zusammen. Die Winkel ihrer zweierlei Kanten (Seitenkanten) sind untereinander sehr verschieden, und es können in dieser Rücksicht ebenso viel Arten von vertikalen Prismen vorkommen, als Rhombenoctaëder mit verschiedenen Seitenkantenschnitten. Sie stehen in nächster Beziehung zu den Rhombenoctaëdern $(a:mb:nc)$, mit welchen sie gleiche Nebenaxen haben, und werden daher auch nach diesen benannt. Ihre Bezeichnung ist im Allgemeinen:

$$(a:mb:\infty c),$$

die des vertikalen Prisma der Grundform:

$$(a:b:\infty c).$$

Bei dem vertikalen Prisma der Grundform sind die in der ersten Axenebene liegenden Seitenkanten die stumpfern, die in der zweiten die schärfern; bei den übrigen vertikalen Prismen sind aber bald die in der ersten, bald die in der zweiten Axenebene liegenden Seitenkanten die stumpfern oder schärfern.

In den Kombinationen der Grundform mit dem vertikalen Prisma der Grundform bilden die Flächen des letztern, wenn sie untergeordnet hinzutreten, die geraden

Abstumpfungen der Seitenkanten, die Flächen der Grundform, wenn sie untergeordnet zu dem Prisma hinzutreten, eine vierflächige Zuspitzung der Enden, die auf den Flächen des Prisma gerade aufgesetzt ist. Sie erscheinen in diesem Fall auf eine ähnliche Weise, wie die Flächen einer zwei- und einaxigen Grundform an dem ersten quadratischen Prisma (Fig. 61.), oder wie in Fig. 87., einer Kombination des Topases aus Brasilien, wenn man die Flächen $\frac{g}{2}$ nicht berücksichtigt, die Flächen *o* an den Flächen des vertikalen Prisma *g*.

Ebenso wie sich die Grundform und ihr vertikales Prisma verhalten, verhalten sich alle Rhombenoctaëder und vertikale Prismen, welche ein gleiches Verhältnifs in den Nebenaxen haben.

Ein Prisma $(a:mb:\infty c)$, also mit einem verschiedenen Verhältnifs der Nebenaxen als die Grundform, bildet untergeordnet an der Grundform, je nachdem *m* gröfser oder kleiner als 1 ist, auf den Seitenkanten der Grundform gerade aufgesetzte Zuschärfungen der stumpfen oder der spitzen Ecken. Herrschen die Flächen des Prisma vor, so bilden die Flächen der Grundform an demselben eine vierflächige Zuspitzung, deren Flächen auf den Flächen des Prisma schief aufgesetzt sind; so verhalten sich in der angeführten Kombination des Topases (Fig. 87.) die Flächen *o* und $\frac{g}{2}$, welche letztere die Flächen des vertikalen Prisma $(a:\frac{1}{2}b:\infty c)$ sind, oder in der Kombination des Lievrits (von Ulefofs in Norwegen, Fig. 88.) die Flächen *o* und $\frac{g}{2}$, bei welcher dieselben Buchstaben auch dieselben Formen bezeichnen, wie beim Topas.

Ebenso wie die Grundform, so schneiden auch alle Rhombenoctaëder die Prismen, die ein verschiedenes Verhältnifs der Nebenaxen mit ihnen haben, in schiefen Kanten.

Die vertikalen Prismen $(a:mb:\infty c)$ erscheinen an dem vertikalen Prisma $(a:b:\infty c)$ der Grundform als Zu-

schärfungen der stumpfern oder schärfern Seitenkanten desselben, je nachdem *m* gröfser oder kleiner als 1 ist. So bilden in der Kombination des Topases, Fig. 87., die Flächen $\frac{g}{2}$ Zuschärfungen der scharfen Seitenkanten an dem vertikalen Prisma *g* der Grundform. Diese Kombination hat also acht Seitenkanten von dreierlei Art, zwei, welche die stumpfen Seitenkanten des Prisma der Grundform sind, zwei, die Kanten der Zuschärfung der scharfen Kanten von dem vertikalen Prisma der Grundform, und vier Kombinationskanten zwischen den vorigen. Die erstern sind beim Topas Kanten von 124° 19', die zweiten von 92° 59', die dritten von 161° 21'.

2) Die horizontalen Prismen sind theils der einen, theils der andern Nebenaxe parallel, also zweierlei Art, theils Längsprismen, theils Querprismen.

a) Die Längsprismen sind der ersten Nebenaxe parallel, ihr rechtwinkliger Querschnitt fällt daher zusammen mit dem in der zweiten Axenebene liegenden Endkantenschnitt der Rhombenoctaëder, und es können ebenso viele Arten von Längsprismen vorkommen, als Rhombenoctaëder, bei denen dieser Endkantenschnitt verschieden ist. Die Längsprismen stehen in nächster Beziehung zu den Rhombenoctaëder $(a:mb:c)$, mit welchen sie gleiche Axen *b* und *c* haben. Ihre Bezeichnung ist im Allgemeinen:

$$(\infty a:mb:c),$$

die des Längsprisma der Grundform:

$$(\infty a:b:c).$$

Die Längsprismen bilden in den Kombinationen mit den Rhombenoctaëdern, mit denen sie gleiche Werthe in den Axen *b* und *c* haben, Abstumpfungen der in der zweiten Axenebene liegenden Endkanten, wie z. B. in der Kombination des Schwefels (Fig. 86.) die Flächen *f* des Längsprisma der Grundform an der Grundform *o*. Die Längsprismen mit kürzerer Axe *c* bei gleicher Axe *b* bilden an den Rhombenoctaëdern Zuschärfungen der Endecken, die mit längerm *c* Zuschärfungen der Seitenecken

der zweiten Axenebene; in beiden Fällen sind die Zuschärfungsflächen auf den Endkanten eben dieser Ebene gerade aufgesetzt.

b) Die Querprismen sind der zweiten Nebenaxe parallel, ihr rechtwinkliger Querschnitt fällt daher zusammen mit dem in der ersten Axenebene liegenden Endkantenschnitt der Rhombenoctaëder, und es können ebenso viele Arten von Querprismen vorkommen, als bei den Rhombenoctaëdern Verschiedenheiten in diesem Endkantenschnitte möglich sind. Die Querprismen stehen in genauer Beziehung zu den Rhombenoctaëdern $(ma:nb:c)$, mit welchen sie gleiche Axen a und c haben. Ihre Bezeichnung ist im Allgemeinen:

$$(ma:\infty b:c),$$

die des Querprisma der Grundform:

$$(a:\infty b:c).$$

Die Querprismen verhalten sich zu den Endkanten der ersten Axenebene, wie die Längsprismen zu den Endkanten der zweiten Axenebene. So erscheinen daher in der Kombination des Lievrits (Fig. 88.) die Flächen des Querprisma der Grundform *d* untergeordnet als schmale Abstumpfungen der Endkanten der ersten Axenebene der Grundform.

Das vertikale Prisma und die beiden horizontalen Prismen, die zu einem und demselben Octaëder gehören, und deren Flächen daher eine gleiche Lage haben, wie die Kanten desselben, heifsen die drei zusammengehörigen Prismen.

Vertikale und horizontale Prismen treten auch ohne Rhombenoctaëder sehr häufig in Kombination. Die Längsprismen bilden an dem vertikalen Prisma der Grundform oder der übrigen vertikalen Prismen Zuschärfungen des Endes, bei denen die Zuschärfungsflächen auf den Seitenkanten der zweiten Axenebene gerade aufgesetzt sind; die Querprismen Zuschärfungen des Endes, bei denen die Zuschärfungsflächen auf den Seitenkanten der ersten Axen-

ebene gerade aufgesetzt sind. Nicht selten kommen mehrere Zuschärfungsflächen über einander vor; so stellt Figur 89. eine Kombination des Arsenikkieses dar, an welcher die Flächen g das vertikale Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$), die Flächen f das Längsprisma der Grundform ($\infty a:b:c$), und die Flächen $2f$ ein schärferes Längsprisma ($\infty a:b:2c$) bilden, welche in diesem Fall als Abstumpfungsflächen der Kombinationsecken der Flächen f und g erscheinen.

Bei den Kombinationen der verschiedenen Prismen können bald die einen, bald die andern vorherrschen. So stellt Fig. 94. eine sehr gewöhnliche Kombination des Schwerspaths dar, die, abgesehen von den Flächen c, aus den Flächen eines Querprisma $\frac{d}{2} = (a:\infty b:\frac{1}{2}c)$ und den Flächen des vertikalen Prisma der Grundform $g = (a:b:\infty c)$ besteht, und in welcher die Flächen des erstern vorherrschen. Die Winkel des Querprisma betragen in den stumpfen Seitenkanten 102° 17′, in den scharfen 77° 43′; die letztern liegen an der ersten Nebenaxe, so dafs die Flächen des vertikalen Prisma an den Enden des horizontalen Prisma Zuschärfungen bilden, deren Flächen auf den scharfen Seitenkanten des letztern gerade aufgesetzt sind. — Auch finden sich beim Schwerspath sehr häufig die Kombinationen desselben Querprisma mit dem Längsprisma der Grundform ($\infty a:b:c$), in welchen bald die einen, bald die andern Flächen vorherrschen. Solche Kombinationen sind in Fig. 91. und Fig. 91. *a.* vorgestellt; bei den erstern herrschen die Flächen des Längsprisma f, bei der zweiten die Flächen des Querprisma $\frac{d}{2}$ vor. — Von dergleichen Kombinationen kann man natürlich nur in Zusammenhang mit den übrigen Formen einer Mineralgattung bestimmen, welche Prismen horizontale und welche vertikale sind, für sich allein könnte man die horizontalen Prismen eben so gut für vertikale nehmen, und umgekehrt.

Zuweilen sind die Flächen zweier Prismen verschie-

dener Abtheilungen so im Gleichgewicht, daſs keine derselben vorherrscht, wie dieſs bei Fig. 94. der Fall wäre, wenn die Flächen *g* von den verschiedenen Enden des Querprisma $\frac{d}{2}$ sich so nahe gerückt wären, daſs sie sich in Punkten berührten, und die scharfe Seitenkante des Prisma $\frac{d}{2}$ ganz verdrängt hätten; oder bei Fig. 91., wenn, ohne die Fläche *c*, die Flächen $\frac{d}{2}$ von den verschiedenen Enden des Längsprisma *f* sich so genähert hätten, daſs die scharfe Kante, die durch die Fläche *c* gerade abgestumpft wird, ganz fortfiele, und die Flächen $\frac{d}{2}$ der verschiedenen Enden sich in Punkten berührten. Die dadurch entstehende Kombination hat zuweilen wohl Aehnlichkeit mit dem regulären Octaëder oder mit einem Quadratoctaëder, deren Basis bei der Kombination eines vertikalen und eines horizontalen Prisma vertikal stände, wie in Fig. 94. (ohne die Flächen *c*), bei der Kombination zweier horizontalen Prismen aber horizontal wäre, wie in Fig. 91. (ohne die Flächen *c*); indessen ist die Kombination immer daran zu erkennen, daſs die Basis derselben ein Rechteck und nicht ein Quadrat ist, wie bei jenen Formen, und daſs die Kantenwinkel an der Basis untereinander ungleich, bei jenen aber gleich sind.

Wenn sich die Flächen dreier zusammengehörigen Prismen auf eine ähnliche Weise im Gleichgewicht finden, wie die Flächen zweier Prismen in den quadratoctaëderähnlichen Kombinationen, so würde die daraus entstehende Kombination Aehnlichkeit mit dem Dodecaëder des regulären Krystallisationssystems haben, und wie diese von zwölf Rhombenflächen begränzt sein, und sich nur dadurch unterscheiden, daſs die Flächen und also auch die Kanten dreierlei wären, die beim Dodecaëder sämmtlich gleich sind. Indessen pflegen dergleichen Kombinationen auf diese Weise nicht vorzukommen, gewöhnlich herrschen in diesem Fall die Flächen zweier Prismen vor, die des dritten treten zurück. Diese letztern haben dann allein die Gestalt von Rhomben, während die Flächen

der andern symmetrische Fünf- und Sechsecke bilden; sie lassen dann aber aus ihrer Gestalt gleich erkennen, dafs die in der Kombination enthaltenen Flächen die Flächen dreier zusammengehörigen Prismen sind. Eine solche Kombination kommt z. B. beim Weifsbleierz vor, und ist Fig. 90. dargestellt. Sieht man von den Flächen *b* ab, so sind in der Kombination die Flächen von drei Prismen aus verschiedenen Abtheilungen enthalten, von denen die des vertikalen *g* und des Längsprisma $\frac{f}{2}$ vorherrschen, und die des Querprisma $\frac{d}{2}$ untergeordnet sind. Diese haben die Gestalt eines Rhombus, daher die drei Prismen zu einem und demselben Rhombenoctaëder gehören, welches indessen nicht das ist, welches man beim Weifsbleierz zur Grundform anzunehmen sich veranlafst sieht, sondern es ist das Rhombenoctaëder $(a:b:\frac{1}{2}c)$; daher auch die Zeichen für die drei zusammengehörigen Prismen sind:

für das vertikale Prisma $(a:b:\infty c)$,
für das Längsprisma $(\infty a:b:\frac{1}{2}c)$,
für das Querprisma $(a:\infty b:\frac{1}{2}c)$.

Unter den Krystallen mancher Mineralien sind nur Prismen und gar keine Rhombenoctaëder bekannt; wenn indessen deren nur zwei Prismen da sind, die zu verschiedenen Abtheilungen gehören, so sind diese hinreichend, die Winkel der Grundform zu bestimmen. Da eine Grundform nur dazu dient, die verschiedenen Formen, die unter den Krystallen einer Mineralgattung vorkommen, in Zusammenhang zu setzen, so ist es für diesen Zweck auch gleichgültig, ob die gewählte Grundform unter den Krystallen der Gattung wirklich vorkommt oder nicht.

3. Einzelne Flächen.

Die einzelnen Flächen gehen stets zweien der drei rechtwinkligen Axen parallel, und schneiden die dritte

rechtwinklig, kommen daher mit den drei Axenebenen überein. Nach ihrer Lage unterscheidet man die beiden vertikalen oder Seitenflächen, die Längsfläche und die Querfläche von der horizontalen Fläche, der geraden Endfläche.

1) Die **Längsfläche** ist der Haupt- und ersten Nebenaxe parallel, und schneidet die zweite Nebenaxe rechtwinklig, ihr Zeichen also ($\infty a : b : \infty c$).

2) Die **Querfläche** ist der Haupt- und zweiten Nebenaxe parallel, und schneidet die erste Nebenaxe rechtwinklig, ihr Zeichen also ($a : \infty b : \infty c$).

3) Die **gerade Endfläche** ist den beiden Nebenaxen parallel, und schneidet die Hauptaxe rechtwinklig, ihr Zeichen also ($\infty a : \infty b : c$).

Alle diese Flächen erscheinen, wenn sie zu den Rhombenoctaëdern hinzutreten, als Abstumpfungsflächen der dreierlei Ecken, und bilden Rhomben, wie die dreierlei Kantenschnitte der Rhombenoctaëder, denen sie parallel gehen. Da sie alle drei ungleichnamig sind, so können sie auch alle unabhängig von einander zu den Rhombenoctaëdern hinzutreten. So findet sich beim Schwefel häufig nur die gerade Endfläche als Abstumpfungsfläche der Endecke der Grundform, oder wie in Fig. 86. als Abstumpfungsfläche der Endecke des stumpfern Octaëders $\frac{0}{3}$, wo sie, wie auch in den folgenden Figuren, mit c bezeichnet ist.

Diese drei Flächen kommen zuweilen zusammen ohne Verbindung mit andern Flächen vor, und bilden dann eine Kombination, die mit dem Hexaëder des regulären, oder mit den Kombinationen des einen oder des andern quadratischen Prisma und der geraden Endfläche des zwei- und einaxigen Systems Aehnlichkeit hat; sie unterscheidet sich aber von diesen Kombinationen dadurch, dafs ihre Flächen sämmtlich Rechtecke sind, dagegen die Flächen des Hexaëders sämmtlich Quadrate, und die der zwei- und einaxigen Kombination Quadrate und Rechtecke sind.

Gewöhnlich herrschen hier noch zwei der dreierlei Prismen vor, wodurch dann ein rectanguläres Prisma mit gerader Endfläche entsteht. Dergleichen Formen kommen beim Anhydrit vor.

Bei dieser Kombination finden sich öfter statt der geraden Endfläche die Flächen der Grundform, welche dann an dem rectangulären Prisma Zuspitzungen der Enden bilden, deren Flächen auf den Kanten schief aufgesetzt sind. Diese Kombination, die z. B. beim Desmin vorkommt (Fig. 95., wo die Flächen $o = (a:b:c)$, $a = (a:\infty b:\infty c)$, $b = (\infty a:b:\infty c)$ sind), hat Aehnlichkeit mit der Kombination eines Quadratoctaëders mit einem quadratischen Prisma verschiedener Ordnung mit dem Quadratoctaëder, wie z. B. mit der Kombination des Zirkons, Fig. 62.; nur sind bei ihr die Zuspitzungsflächen Rhomboïde und die Seitenflächen ungleichnamig, bei der ähnlichen Kombination des zwei- und einaxigen Systems die Zuspitzungsflächen Rhomben und die Seitenflächen gleichnamig.

Auch die rhombischen Prismen kommen nicht selten mit den beiden Seitenflächen und der Endfläche in Kombination vor. Sehr häufig ist das vertikale Prisma der Grundform an den Enden mit der geraden Endfläche begränzt (Topas, Schwerspath); in dieser Kombination herrscht bald das Prisma, bald die Endfläche vor, in welchem letztern Fall die Krystalle tafelförmig erscheinen, wie diefs in der Regel beim Schwerspath (Fig. 92.) der Fall ist.

Die beiden Seitenflächen erscheinen an den vertikalen Prismen als Abstumpfungen der zweierlei Seitenkanten, und bilden, je nachdem sie einzeln oder zusammen vorkommen, symmetrisch sechsseitige oder achtseitige Prismen, stets mit zweierlei Seitenkanten; im erstern Fall mit zwei Kanten des Prisma und vier Kombinationskanten, im letztern Fall mit vier Kombinationskanten an der Längsfläche, und vier andern Kombinationskanten an der

Querfläche. Der erste Fall, und zwar die Kombination des vertikalen Prisma der Grundform und der Längsfläche, kommt beim Weifsbleierz vor, Fig. 96., der zweite Fall beim Chrysolith, Fig. 93. Die auf diese Weise entstehenden symmetrisch sechsseitigen Prismen haben oft grofse Aehnlichkeit mit den regulären sechsseitigen Prismen, wenn das vertikale Prisma, welches sie enthalten, Winkel von nahe 120° hat. Diefs ist bei dem vertikalen Prisma der Grundformen des Arragonits und des Weifsbleierzes, Fig. 96., der Fall. Bei dem letztern betragen die Winkel in der stumpfen Seitenkante 118° 40′, die Winkel in den vier Kombinationskanten des vertikalen Prisma und der zweiten Seitenfläche also 120° 40′. Vertikale Prismen mit Winkeln von genau 120° würden auch symmetrisch sechsseitige Prismen mit lauter Winkeln von 120° geben, doch sind solche rhombische Prismen noch nicht bekannt, und scheinen auch nicht vorkommen zu können. — Bei dem Weifsbleierz sind die symmetrischen Prismen an den Enden nicht selten mit den Flächen der Grundform *o*, und eines Längsprisma 2*f* mit doppelt so grofser Hauptaxe als die der Grundform begränzt (Fig. 96.). Die Flächen des Längsprisma 2*f* haben fast gleiche Neigung gegen die Hauptaxe, wie die der Grundform, und bilden nun mit dieser eine sechsflächige Zuspitzung, die mit der eines Hexagondodecaëders Aehnlichkeit, aber zweierlei Kanten hat, nämlich zwei Kanten, welche die stumpfen Endkanten der Grundform sind, und vier Kombinationskanten, in welchen sich die Flächen der Grundform mit den Flächen des Längsprisma schneiden. Ganz ähnliche Kombinationen finden sich beim schwefelsauren Kali, die auch lange Zeit für Kombinationen eines regulären sechsseitigen Prisma und Hexagondodecaëders gehalten worden sind.

Uebersicht der Formen und Zonen des ein- und einaxigen Krystallisationssystems.

Die in dem ein- und einaxigen Krystallisationssystem vorkommenden Formen sind nach dem Vorigen:

1. Rhombenoctaëder . . . . . ($ma : nb : c$),
2. Rhombische Prismen, und zwar:
   1) vertikale Prismen . . . . ($a : mb : \infty c$),
   2) horizontale Prismen:
      a) Längsprismen . . . . ($\infty a : mb : c$),
      b) Querprismen . . . . ($ma : \infty b : c$),
3. Einzelne Flächen, und zwar:
   1) vertikale Flächen:
      a) die Längsfläche . . . ($\infty a : b : \infty c$),
      b) die Querfläche . . . ($a : \infty b : \infty c$),
   2) die horizontale gerade Endfläche . . . . ($\infty a : \infty b : c$).

Die in diesem Systeme vorkommenden Zonen sind folgende:

I. Horizontale Zone. In dieser Zone liegen:

1) die Querfläche ($a : \infty b : \infty c$),

2) die vertikalen Prismen ($a : mb : \infty c$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) das vertikale Prisma der Grundform ($a : b : \infty c$),

4) die vertikalen Prismen ($a : mb : \infty c$), bei welchen m kleiner ist als 1,

5) die Längsfläche ($\infty a : b : \infty c$).

Es giebt nur eine horizontale Zone, alle dahin gehörigen Formen haben in ihrem Zeichen ∞c.

II. Vertikale Zone der Querfläche. Hierher gehören:

1) die Querfläche ($a : \infty b : \infty c$),

2) die Querprismen ($a : \infty b : mc$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) das Querprisma der Grundform ($a : \infty b : c$),

4) die Querprismen ($a:\infty b:mc$), in welchen m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a:\infty b:c$).

Es giebt nur eine solche Zone, alle zu ihr gehörigen Formen haben in ihrem Zeichen ∞b.

III. Vertikale Zone der Längsfläche. Hierher gehören:

1) die Längsfläche ($\infty a:b:\infty c$),

2) die Längsprismen ($\infty a:b:mc$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) das Längsprisma der Grundform ($\infty a:b:c$),

4) die Längsprismen ($\infty a:b:mc$), bei welchen m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche.

IV. Vertikale Zonen des vertikalen Prisma der Grundform. Hierher gehören:

1) das vertikale Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$),

2) die Rhombenoctaëder ($a:b:mc$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) die Grundform ($a:b:c$),

4) die Rhombenoctaëder ($a:b:mc$), bei welchen m kleiner ist als 1,

5) die gerade Endfläche ($\infty a:\infty b:c$).

Es giebt zwei solcher Zonen, doch gehen ähnliche Zonen von allen übrigen möglichen vertikalen Prismen aus. Die in die vertikale Zone eines bestimmten vertikalen Prisma fallenden Flächen haben alle ein gleiches Verhältnifs in den Nebenaxen.

V. Erste Kantenzonen (Endkantenzonen) der Grundform. Hierher gehören:

1) das Querprisma der Grundform ($a:\infty b:c$),

2) die Rhombenoctaëder ($a:mb:c$), bei denen m gröfser ist als 1,

3) die Grundform ($a:b:c$),

4) die Rhombenoctaëder ($a:mb:c$), bei denen m kleiner ist als 1,

5) die Längsfläche ($\infty a:b:\infty c$).

Es giebt zwei solcher Zonen, aber ähnliche erste Kantenzonen gehen von allen übrigen Rhombenoctaëdern aus, die eine Hauptaxe haben, welche von der der Grundform verschieden ist.

Die in eine erste Kantenzone eines bestimmten Rhombenoctaëders fallenden Flächen haben alle ein gleiches Verhältnifs in den Axen a und c.

VI. Zweite Kantenzonen (Endkantenzonen) der Grundform. Hierher gehören:

1) das Längsprisma der Grundform ($\infty a:b:c$),

2) die Rhombenoctaëder ($ma:b:c$), bei denen m gröfser ist als 1,

3) die Grundform ($a:b:c$),

4) die Rhombenoctaëder ($ma:b:c$), bei denen m kleiner ist als 1,

5) die Querfläche ($a:\infty b:\infty c$).

Es giebt zwei solcher Zonen und ebenso viel ähnliche zweite Kantenzonen als erste Kantenzonen. Die in eine zweite Kantenzone eines bestimmten Rhombenoctaëders fallenden Flächen haben alle ein gleiches Verhältnifs in den Axen b und c.

B. Hemiëdrische Formen.

Bei dem ein- und einaxigen Krystallisationssystem kommen auch noch hemiëdrische Formen vor, aber noch seltener als beim zwei- und einaxigen System. Diefs sind die ein- und einaxigen Tetraëder, die auf eine gleiche Weise durch Fortfallen der abwechselnden Flächen aus den Rhombenoctaëdern entstehen, wie die regulären Tetraëder aus dem regulären Octaëder. Die 4 Flächen dieser ein- und einaxigen Tetraëder sind ungleichseitige Dreiecke; die 6 Kanten dreierlei, 2 Endkanten, 2 Seitenkanten, die den stumpfen, und 2 andre Seitenkanten, die den scharfen Seitenecken der Rhombenoctaëder entsprechen;

die 4 Ecken sind dreiflächig, und die drei Kanten, die in ihnen zusammenstofsen, alle verschieden. Ein solches ein- und einaxiges Tetraëder findet sich herrschend beim Bittersalz in Kombination mit dem zugehörigen vertikalen Prisma, untergeordnet mit mehreren andern homoëdrischen Rhombenoctaëdern und Prismen, beim Manganit.

V.

Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.

Die Formen des zwei- und eingliedrigen Krystallisationssystems haben drei Axen, die alle ungleichartig sind, und von denen zwei untereinander schiefwinklig, gegen die dritte aber rechtwinklig geneigt sind.

Durch die Schiefwinkligkeit zweier ihrer Axen unterscheiden sie sich von den Formen des ein- und einaxigen Systems. Da ihre drei Axen aber ebenfalls untereinander ungleichartig sind, so ist es auch bei ihnen gleichgültig, welche der Axen man zur Hauptaxe und zu der ersten und zweiten Nebenaxe wählen will; man nimmt indessen immer zur Hauptaxe eine der sich schiefwinklig schneidenden Axen, da gewöhnlich die Krystalle dieses Systems mit einer dieser Axen aufgewachsen sind, parallel welcher sich dann auch meistens Flächen finden, die sehr vorherrschen. Die zur Hauptaxe schiefwinklig geneigte Axe wird zur ersten Nebenaxe, die gegen die beiden andern rechtwinklig geneigte Axe zur zweiten Nebenaxe genommen. Die Hauptaxe wird auch hier mit c, die erste Nebenaxe mit a, die zweite mit b bezeichnet, und die Ebene der Haupt- und ersten Nebenaxe die er-

ste, die Ebene der Haupt- und zweiten Nebenaxe die zweite, und die Ebene der beiden Nebenaxen die basische Axenebene genannt. Der Winkel, unter welchem sich Haupt- und erste Nebenaxe schneiden, heifse δ.

Die in diesem Systeme vorkommenden einfachen Formen sind allein rhombische Prismen und einzelne Flächen, also sämmtlich ungeschlossene Formen.

1. Rhombische Prismen.

Die rhombischen Prismen des zwei- und eingliedrigen Systems sind, wie die des ein- und einaxigen Systems, vierseitige Prismen, deren rechtwinkliger Querschnitt ein Rhombus ist. Sie kommen bei einer bestimmten Mineralgattung oft in grofser Anzahl vor, und unterscheiden sich theils in ihren Winkeln, theils in ihrer Lage. Letztere ist jedoch nur von der Art, dafs ihre den Flächen parallele Axe stets in der ersten Axenebene bleibt, wenn sie gleich in dieser fast alle mögliche Lagen annehmen kann; so dafs man, wenn man gewissen rhombischen Prismen eine vertikale Stellung giebt, aufser diesen, schief liegende Prismen der vordern und der hintern Seite unterscheiden kann. Wie die den Flächen parallele Axe, so liegt auch eine der Diagonalen des rechtwinkligen Querschnitts eines jeden dieser Prismen in der ersten Axenebene, während die andere Diagonale bei allen eine gleiche und horizontale Lage hat, daher auch diese letztere die gemeinschaftliche Diagonale heifsen möge.

Um den Zusammenhang, in welchen die verschiedenen Prismen untereinander stehen, zu übersehen, mufs man eine geschlossene Form haben, die man als Grundform benutzen kann. Man erhält diese durch Kombination eines schiefen Prisma der vordern und der hintern Seite, deren gemeinschaftliche Diagonale man gleich grofs setzt. Die Form, die dadurch entsteht, ist ein zwei- und eingliedriges Octaëder (Fig. 97., Gyps), das am

am meisten mit einem Rhombenoctaëder zu vergleichen ist, sich aber doch wesentlich von diesem unterscheidet. Es hat folgende Eigenschaften:

Die 8 Flächen sind ungleichseitige Dreiecke und zweierlei Art. Sie bilden 4 Flächenpaare, von denen die Flächen *o* des obern vordern und untern hintern Paares, und die Flächen *o'* des obern hintern und untern vordern Paares untereinander gleich sind.

Die Kanten sind viererlei Art: 4 Endkanten, die den Endkanten der ersten Axenebene der Rhombenoctaëder entsprechen, von denen indessen nur die parallelen einander gleich, und die einen, ***D***, länger und stumpfer, die andern, ***D'***, kürzer und schärfer sind; ferner 4 Endkanten, ***F***, die den Endkanten der zweiten Axenebene der Rhombenoctaëder entsprechen, und 4 Seitenkanten, ***G***. Die erstern vier Endkanten sind gleichflächig, die übrigen acht Kanten ungleichflächig.

Die Ecken sind vierflächig und dreierlei Art: 2 Endecken, ***C***, 2 Seitenecken, ***A***, die den Seitenecken der ersten, und 2 Seitenecken, ***B***, die den Seitenecken der zweiten Axenebene der Rhombenoctaëder entsprechen. Die beiden erstern Ecken sind dreierleikantig, die dritten zweierleikantig.

Die Eckenaxen dieser Grundform bilden nun die Grundaxen der Krystallformen einer bestimmten zwei- und eingliedrigen Mineralgattung; die Axe der Ecken ***C*** die Hauptaxe, die der Ecken ***A*** die erste, die der Ecken ***B*** die zweite Nebenaxe.

Die durch die parallelen Kanten gelegten Schnitte sind die Axenebenen. Von diesen ist der durch die vordere und hintere Endkante ***D*** und ***D'*** gelegte Schnitt ein Rhomboid (wie Taf. X. Fig. 13.), die durch die gleichen Endkanten ***F***, und durch die Seitenkanten ***G*** gelegten Schnitte sind Rhomben. Der erstere Schnitt ist von besonderer Wichtigkeit, weil in ihm die sich schiefwinklig schneidenden Axen *c* und *a* liegen, und wird deshalb der

Hauptschnitt genannt. Der durch die Seitenkanten gelegte Schnitt heifst die Basis; sie ist schiefwinklig gegen den durch die vier gleichen Endkanten gelegten Schnitt oder gegen die zweite Axenebene geneigt, macht daher mit ihr auf der einen Seite einen stumpfen, auf der andern Seite einen spitzen Winkel. Da es bei der Verschiedenheit dieser Winkel nicht gleichgültig ist, welcher derselben nach vorn oder hinten gekehrt ist, so stelle man die Grundform so, dafs am obern Ende der stumpfe Winkel δ (Taf. X. Fig. 13.) auf der vordern Seite, der spitze Winkel auf der hintern Seite zu liegen kommt, und die längere und stumpfere Endkante der Grundform stets die vordere, die kürzere und schärfere die hintere ist. Die unter sich gleichen Endkanten der zweiten Axenebene, die bei den verschiedenen Grundformen im zwei- und eingliedrigen System vorkommen, sind nun bald schärfer, bald stumpfer als die vordern oder hintern Endkanten der ersten Axenebene, und da man die Endkanten der ersten und zweiten Axenebene bei den zwei- und eingliedrigen Grundformen nicht willkührlich wie bei den ein- und einaxigen vertauschen kann, so kann man auch bei jenen nicht, wie bei diesen, eine in Rücksicht der Schärfe der Endkanten bestimmte Stellung annehmen.

Obgleich die angenommene Grundform keine einfache Form ist, so verhält sie sich doch in Rücksicht des Zusammenhanges mit den übrigen Formen der Mineralgattung vollkommen wie eine Grundform, welche eine einfache Form ist, indem die Axen aller übrigen Formen der Mineralgattung mit ihr in einfachen und rationalen Verhältnissen stehen. Sie hat auch dieselbe Bezeichnung wie eine Grundform des ein- und einaxigen Krystallisationssystems, nämlich:

$$(a:b:c).$$

Da aber die beiden Prismen, woraus die Grundform besteht, untereinander ganz verschieden sind, und demnach auch ganz getrennt vorkommen können, so mufs

ein jedes derselben auch besonders bezeichnet werden. Diefs kann auf eine leichte Weise dadurch geschehen, dafs man das Prisma, dessen obere Flächen an dem Octaëder an der vordern Seite liegen, mit $(a:b:c)$, das Prisma, dessen obere Flächen an dem Octaëder an der hintern Seite liegen, mit $(a':b:c)$ bezeichnet. Das erste heifse das vordere schiefe Prisma, das letztere das hintere schiefe Prisma der Grundform. Bei der Bezeichnung eines zwei- und eingliedrigen Octaëders müssen immer die Zeichen beider Prismen angeführt werden, da eines nie das andre voraussetzt.

Die Grundformen der verschiedenen Mineralgattungen, deren Formen zum zwei- und eingliedrigen System gehören, unterscheiden sich nicht allein durch Verschiedenheit in den Werthen für die Axen, die bei den verschiedenen Grundformen in keinen einfachen Verhältnissen stehen, sondern auch durch die Verschiedenheit in den Neigungswinkeln der Axen a und c. Diese, so wie die Werthe für die Axen, müssen aus den Winkeln der Kanten der Grundform oder anderer Kombinationskanten, die man messen kann, berechnet werden; doch hat man wegen der Schiefwinkligkeit zweier Axen schon nöthig, drei Kantenwinkel zu messen, welcher Umstand die Bestimmung der Verhältnisse der Grundform noch schwieriger macht, als bei den vorigen Systemen. So ist beim Gyps das Verhältnifs von

$$a:b:c = 1:1,445:0,5975$$

der Winkel $\delta = 98^\circ 34'$

aus den Messungen berechnet; aus welchen Angaben sich wiederum folgende Winkel für die Grundform ergeben:

vordere Endkante	$= 143^\circ 28'$,
hintere Endkante	$= 138^\circ 44'$,
gleiche Endkanten	$= 122^\circ 21'$,
Seitenkanten	$= 71^\circ 42'$.

Je weniger der Winkel δ bei einem zwei- und eingliedrigen Octaëder von einem rechten abweicht, je we-

niger wird natürlich das Ansehn desselben von dem eines Rhombenoctaëders abweichen. Dieser Unterschied ist bei den zwei- und eingliedrigen Octaëdern mancher Gattungen oft so gering, dafs sie lange für Rhombenoctaëder gehalten worden sind, wie z. B. bei der Grundform des Mesotyps, bei welchem der Winkel δ 90° 54' beträgt. Es ist wahrscheinlich, dafs es zwei- und eingliedrige Octaëder giebt, wo dieser Winkel genau 90° beträgt, die drei Axen desselben also untereinander rechtwinklig geneigt sind. Diefs ist wahrscheinlich der Fall bei Octaëdern, die man nach den vorhandenen Flächen bei der Hornblende, dem Augit und Wolfram konstruiren kann, doch spricht sich dessen ungeachtet auch bei den Krystallen dieser Gattungen ihr zwei- und eingliedriger Karakter durch die Symmetrie der Flächen ganz bestimmt aus.

Die rhombischen Prismen, welche in dem zwei- und eingliedrigen Systeme vorkommen, werden nach ihrer Lage gegen die Hauptaxe in vertikale und schiefe rhombische Prismen unterschieden.

1. Vertikale rhombische Prismen. Ihre Flächen sind der Hauptaxe der Grundform parallel, ihr rechtwinkliger Querschnitt kommt daher nicht mit der Basis überein, sondern macht mit derselben einen Winkel $=\delta-90°$. Dennoch schneiden ihre Flächen die Nebenaxen der Grundform in einfachen und rationalen Verhältnissen, verhalten sich also ebenso wie die vertikalen Prismen eines ein- und einaxigen Systems, und werden auch ebenso benannt und bezeichnet, im Allgemeinen mit:

$$(a:mb:\infty c),$$

das vertikale Prisma der Grundform mit:

$$(a:b:\infty c).$$

So finden sich z. B. beim Feldspath (Fig. 105.) aufser den Flächen des vertikalen Prisma der Grundform g noch die Flächen $\frac{g}{3}$, die einem vertikalen Prisma $(a:\frac{1}{3}b:\infty c)$ angehören.

Die zweierlei Seitenkanten dieser vertikalen Prismen liegen wie in dem ein- und einaxigen System in der ersten und zweiten Axenebene; während aber in dem ein- und einaxigen System die stumpfere Seitenkante des vertikalen Prisma der Grundform stets in der ersten Axenebene liegend angenommen werde, liegt in dem zwei- und eingliedrigen System diese Kante bald in der ersten, bald in der zweiten Axenebene.

In den Kombinationen der Grundform mit seinem vertikalen Prisma bilden, wie bei den ähnlichen des ein- und einaxigen Systems, die Flächen der Grundform eine vierflächige Zuspitzung des Endes des vertikalen Prisma, bei welcher die ungleichen Endkanten der Grundform und die einen Seitenkanten des Prisma in der ersten Axenebene, die gleichen Endkanten der Grundform und die andern Seitenkanten des Prisma in der zweiten Axenebene liegen, die Zuspitzungsflächen jedoch auf den Seitenflächen des Prisma nicht gerade, sondern mehr oder weniger schief, wenn gleich so aufgesetzt sind, dafs auf jeder Seitenfläche des Prisma die Kanten mit der obern und untern Zuspitzungsfläche parallel sind, wie bei Fig. 98., einer Kombination des Mesotyps, wo o und o' die Flächen der Grundform ($a:b:c$) und ($a':b:c$), g die Flächen des vertikalen Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$) sind; und ebenso in Fig. 99., einer Kombination des Gypses (wenn man von den Flächen b absieht), wo dieselben Buchstaben dieselben Formen bedeuten, wie in Fig. 98.

Treten zu der Grundform die Flächen des ersten vertikalen Prisma untergeordnet hinzu, so bilden die Flächen dieses an der erstern Abstumpfungen der Seitenkanten, die, wiewohl der Axe der Grundform parallel, doch nicht gerade, sondern gegen eine obere und untere Octaëderfläche verschieden geneigt sind.

Gewöhnlich sind indessen die Flächen der schiefen Prismen der Grundform nicht im Gleichgewicht unter-

einander, in der Regel herrschen die Flächen des einen Prisma vor, oder finden sich oft ganz allein, in welchem Fall das vertikale Prisma an den Enden mit einer Zuschärfung mit schieflaufender Endkante begränzt erscheint, die an dem obern Ende gegen die vordere oder hintere Seitenkante des Prisma gerichtet ist, je nachdem von den Flächen der Grundform die Flächen des vordern oder hintern schiefen Prisma sich ausgedehnt haben. Das erste findet bei dem Gypse statt, Fig. 100., das letzte beim Augit, Fig. 103. Dergleichen Kombinationen kommen in dem zwei- und eingliedrigen Krystallisationssystem sehr häufig vor, und sind besonders karakteristisch für dasselbe.

Die vertikalen Prismen, deren zweite Nebenaxen kleiner oder gröſser als die der Grundform sind, erscheinen an dem vertikalen Prisma der Grundform als Zuschärfungen der einen oder der andern Seitenkanten, wie in dem ein- und einaxigen System.

2. Schiefe rhombische Prismen. Ihre den Flächen parallele Axen sind gegen die Hauptaxe geneigt; man unterscheidet drei Arten derselben:

a) Schiefe Prismen der Basis, oder basische Prismen. Ihre Flächen sind der ersten Nebenaxe der Grundform parallel, ihr rechtwinkliger Querschnitt macht daher mit der zweiten Axenebene denselben Winkel $\delta - 90°$, wie der rechtwinklige Querschnitt der vertikalen Prismen mit der Basis der Grundform. Sie haben mit der Grundform entweder gleiche oder verschiedene zweite Nebenaxen; ihre Bezeichnung ist also im Allgemeinen:

$$(\infty a : mb : c),$$

die des basischen Prisma der Grundform:

$$(\infty a : b : c).$$

Das basische Prisma der Grundform bildet an der Grundform schiefe Abstumpfungen der vier gleichen Endkanten, die übrigen basischen Prismen schneiden die Grundform in Kanten, die ihren Kanten nicht parallel sind. Für

sich allein in Verbindung mit einem vertikalen Prisma erscheint ein jedes der basischen Prismen wie das vordere schiefe Prisma der Grundform, und bildet eine Zuschärfung des Endes, deren Endkante bei den verschiedenen Gattungen, wie die Basis, mehr oder weniger schief läuft; nur in den wenigen Fällen, wo die Basis rechtwinklig gegen die Axe geneigt ist, bilden auch die basischen Prismen Zuschärfungen des Endes, die auf den Seitenkanten der zweiten Axenebene der vertikalen Prismen gerade aufgesetzt sind, und daher mit den Längsprismen des ein- und einaxigen Systems ganz übereinstimmen. Dieser Fall kommt z. B. beim Wolfram vor.

b) Schiefe Prismen der vordern Seite. Ihre Flächen liegen am obern Ende, wie die des vordern schiefen Prisma der Grundform, zwischen den vordern Flächen der vertikalen Prismen und den obern Flächen der basischen Prismen. Sie haben mit dem vordern schiefen Prisma der Grundform entweder

gleiche Axen *a* und *c*, bei ungleicher Axe *b*,
oder » » *a* » *b*, » » » *c*,
» » » *b* » *c*, » » » *a*,
» » Axe *c* » ungleichen Axen *a* u. *b*.

Die Bezeichnung dieser Prismen ist demnach:

$$(a:mb:c),$$
$$(a:b:mc),$$
$$(ma:b:c),$$
$$(ma:nb:c),$$

in welchen Zeichen m und n wie immer einfache und rationale Zahlen bedeuten, die bald gröfser, bald kleiner als 1 sind. Die Prismen $(a:mb:c)$ schneiden die Grundform in Kanten, die den vordern obern Endkanten parallel sind; die Prismen $(a:b:mc)$ in Kanten, die den Seitenkanten, oder den Kombinationskanten mit dem vertikalen Prisma der Grundform; die Prismen $(ma:b:c)$ in Kanten, die den vier gleichen Endkanten, und die Prismen $(ma:nb:c)$ in Kanten, die keiner der dreierlei

Kanten der Grundform parallel sind. Für sich allein in Verbindung mit einem vertikalen Prisma erscheint ein jedes dieser Prismen, wie das vordere Prisma der Grundform.

c) Schiefe rhombische Prismen der hintern Seite. Ihre Flächen liegen am obern Ende, wie die des hintern schiefen Prisma der Grundform zwischen den hintern Flächen der vertikalen Prismen und den obern Flächen der basischen Prismen. Es kommen hier dieselben Arten vor, wie bei den schiefen Prismen der vordern Seite; ihre Bezeichnung ist ähnlich der des hintern schiefen Prisma der Grundform:

$$(a' : mb : c),$$
$$(a' : b : mc),$$
$$(ma' : b : c),$$
$$(ma' : nb : c).$$

In den Kombinationen verhalten sich die hintern schiefen Prismen wie die vordern. In den Kombinationen eines vertikalen und eines vordern schiefen Prisma mit einem hintern schiefen Prisma sieht man leicht, ob letzteres mit dem erstern gleiche Nebenaxen oder eine gleiche Basis hat, da in diesem Fall die Kombinationskanten mit dem Prisma am obern und untern Ende parallel sind, wie diefs auch in Fig. 99. der Kombination der Grundform mit dem vertikalen Prisma der Grundform der Fall ist. Auf die vertikale Axe kommt es hierbei nicht an; wenn diese bei beiden schiefen Prismen gleich grofs ist, oder wenn überhaupt zwei schiefe Prismen gleiche Verhältnisse in den Axen c und b haben, so schneiden sich ihre Flächen untereinander in Kanten, die in der zweiten Axenebene liegen, sonst nicht. Man sieht diese Verhältnisse an Fig. 104., die eine Kombination des Augits darstellt, bei welcher die Flächen o und o' der Grundform, g dem vertikalen Prisma der Grundform, die Flächen $2o'$ aber dem hintern schiefen Prisma $(a' : b : 2c)$ angehören, das eine gleiche Basis, aber dop-

pelt so grofse Hauptaxe als die Grundform hat. Die Flächen $2o'$ erscheinen deshalb als Abstumpfungsflächen der Kanten von g und o', bilden mit den Seitenflächen Kanten, die den Kanten von g und o parallel sind, mit den Flächen o aber Kanten, die nicht in der zweiten Axenebene liegen, wie die Kanten zwischen o und o' *).

2. Einzelne Flächen.

Die einzelnen Flächen, welche in dem zwei- und eingliedrigen System vorkommen, werden wie die Prismen nach ihrer Lage gegen die Hauptaxe in vertikale und schiefe einzelne Flächen eingetheilt.

1. Die vertikalen einzelnen Flächen (Seitenflächen) gehen der Hauptaxe parallel. Es kommen zwei solcher Flächen vor, die eine geht der Haupt- und ersten Nebenaxe, die andere der Haupt- und zweiten Nebenaxe parallel; beide Flächen entsprechen daher auch der Längs- und Querfläche des ein- und einaxigen Systems, und werden wie diese bezeichnet:

die Längsfläche mit $(\infty a : b : \infty c)$,
» Querfläche » $(a : \infty b : \infty c)$.

Die Querfläche des ein- und eingliedrigen Systems unterscheidet sich aber von der Querfläche des ein- und einaxigen Systems dadurch, dafs sie nicht rechtwinklig auf der ersten Nebenaxe und der Basis, sondern schiefwinklig steht; die Längsfläche ist dagegen sowohl gegen die zweite Nebenaxe als auch gegen die Basis rechtwinklig.

Diese Seitenflächen erscheinen in der Regel an den vertikalen Prismen als gerade Abstumpfungsflächen der

*) Man beurtheilt die Lage dieser letztern Kanten am besten, wenn man die Krystalle vertikal hält, und sie von oben betrachtet; in den Zeichnungen sieht man sie am besten in den horizontalen Projectionen, die überhaupt bei den Krystallen des zwei- und eingliedrigen und ein- und eingliedrigen Systems besonders zu empfehlen sind, weil sie ebenso leicht anzufertigen, als deutlich und übersichtlich sind.

zweierlei Seitenkanten derselben. So erscheint z. B. die Querfläche (die Fläche *a*) in den Fig. 103. und 104., welche Kombinationen des Augits darstellen, und die Längsfläche (die Fläche *b*) in denselben Figuren und in Fig. 105. und 106., welche Kombinationen des Feldspaths darstellen. Zuweilen treten diese Flächen auch allein ohne Verbindung mit Flächen von vertikalen Prismen auf, und bilden dann rectanguläre Prismen, wie im ein- und einaxigen System. So z. B. in Fig. 102., einer Kombination des Feldspaths.

2. **Die schiefen einzelnen Flächen oder schiefen Endflächen** sind gegen die Hauptaxe geneigt, gehen aber sämmtlich der zweiten Nebenaxe parallel und machen mit der Längsfläche rechte Winkel. Sie sind für die Formen des zwei- und eingliedrigen Systems ebenso karakteristisch, wie die schiefen Prismen. Man hat folgende Arten von schiefen Flächen zu unterscheiden:

a) **Die schiefe Endfläche der Grundform oder die basische Fläche**; sie geht der Basis, also nicht allein der zweiten, sondern auch der ersten Nebenaxe parallel und entspricht insofern wohl der geraden Endfläche des ein- und einaxigen Systems, steht aber schief, wie die ihr parallele Basis *). Ihre Bezeichnung ist:

$$(\infty a : \infty b : c).$$

An der Grundform erscheint sie als Abstumpfungsfläche der Endecke, hat die Gestalt eines der Basis ähnlichen Rhombus, und schneidet die Grundform in Kanten, die den Seitenkanten derselben parallel sind. Häufiger noch findet sie sich in Kombination mit dem vertikalen Prisma der Grundform; bildet sie die alleinige

*) Nur bei den zwei- und eingliedrigen Krystallformen, wo der Winkel zwischen der Haupt- und ersten Nebenaxe 90° beträgt, würde sie auch eine gerade Endfläche bilden.

Begränzung des Endes, so hat sie auch hier die Gestalt eines der Basis ähnlichen Rhombus; die Kombination ist also ähnlich der Kombination des Titanits, Fig. 101., wenn man von den Flächen *d* und *c* absieht. Sie ist am obern Ende auf der vordern Seitenkante des vertikalen Prisma gerade aufgesetzt, und bildet mit der vordern und hintern Seitenkante verschiedene Ecken, mit den vordern und hintern Seitenflächen verschiedene Kanten, mit den in der zweiten Axenebene liegenden Seitenkanten aber gleiche Ecken; mit der vordern Seitenkante bildet sie am obern Ende eine stumpfe, mit der hintern eine scharfe Ecke, und mit den vordern Seitenflächen stumpfe, mit den hintern scharfe Kanten (Endkanten). Die Ecken an den Seitenkanten der ersten Axenebene sind beide zweierleikantig, die Ecken an den Seitenkanten der zweiten Axenebene dreierleikantig. Die Diagonale, welche die gleichen Ecken verbindet, ist horizontal, wie die zweite Nebenaxe, der sie parallel ist; die Diagonale, welche die ungleichen Winkel verbindet, schief, wie die erste Nebenaxe, der sie parallel ist; erstere wird daher auch die horizontale, und letztere die schiefe Diagonale genannt.

Treten zu der Kombination der basischen Fläche mit dem vertikalen Prisma der Grundform die Längs- und Querfläche hinzu, so bilden sie mit der basischen Fläche Kanten, die der schiefen und horizontalen Diagonale der basischen Fläche parallel sind; treten die Flächen der Grundform hinzu, so erscheinen die Flächen des vordern schiefen Prisma der Grundform als schiefe Abstumpfungsflächen der stumpfen Endkanten, die Flächen des hintern Prisma als schiefe Abstumpfungsflächen der scharfen Endkanten; und auf dieselbe Weise würden auch die Flächen aller zwei- und eingliedrigen Octaëder erscheinen, die mit der Grundform gleiche Basis haben (Fig. 104., bei welcher die basische Fläche mit *c* bezeichnet ist). Die basischen Prismen erscheinen, wenn

sie zu jener Kombination untergeordnet hinzutreten, als Abstumpfungsflächen der gleichen Ecken, welche die basische Fläche in Kanten schneiden, die der schiefen Diagonale parallel sind, oder wenn die Längsfläche auch in der Kombination enthalten ist, als schiefe Abstumpfungsflächen der Kanten dieser mit der basischen Fläche. Herrschen die Flächen eines basischen Prisma vor, so erscheint die basische Fläche als gerade Abstumpfungsfläche der gegen die vordere Seitenkante des Prisma gerichteten Kante des basischen Prisma, auf eine ähnliche Weise, wie z. B. die Flächen *d'* an dem schiefen Prisma *o'* in der Kombination des Augits, Fig. 103. Schiefe Prismen, welche die basische Fläche in Kanten schneiden, die den Kanten mit dem vertikalen Prisma der Grundform nicht parallel gehen, gehören zwei- und eingliedrigen Octaëdern an, die eine verschiedene Basis, wie die Grundform, haben.

In der Kombination der basischen Fläche mit dem rectangulären Prisma hat erstere ebenfalls die Gestalt eines Rectangels, und erscheint dann, auf der Querfläche des Prisma gerade aufgesetzt, wie die Fläche *c* in der Kombination des Feldspaths, Fig. 102. Treten zu dieser Kombination die Flächen der Grundform hinzu, wie diefs z. B. bei dem Augit der Fall ist, so erscheinen sie als Abstumpfungen der Ecken, die auf den Kombinationskanten der Längs- und Querfläche schief aufgesetzt sind, und die basische Fläche in Kanten schneiden, die den Diagonalen des Rectangels parallel sind.

b) Schiefe Endflächen der vordern Seite. Diese Flächen sind ähnliche Flächen, wie die basische Fläche, sie haben in der Kombination mit den vertikalen Prismen die Gestalt von Rhomben, sind am obern Ende auf der vordern Seitenkante gerade aufgesetzt, und sind nur spitzer gegen die Hauptaxe geneigt, als die basische Fläche. Ihre Bezeichnung ist daher im Allgemeinen:

$$(a : \infty b : m c),$$

die der schiefen Endfläche des vordern schiefen Prisma der Grundform:

$$(a : \infty b : c).$$

Sie verhalten sich zu der Längs- und Querfläche, wie die basische Fläche, und zu den schiefen Prismen, mit welchen sie gleiche Verhältnisse in den Axen a und c haben, wie die basische Fläche zu den basischen Prismen.

An der Kombination der basischen Fläche mit einem vertikalen Prisma erscheinen sie als Abstumpfungsflächen der stumpfen Ecken, und schneiden die basische Fläche in Kanten, die ihrer horizontalen Diagonale parallel geht, auf eine ähnliche Weise, wie z. B. in Fig. 101. die Fläche d die Fläche $\frac{d}{2}$ schneidet. In ebenso laufenden Kanten schneiden sie sich auch untereinander.

c) Schiefe Endflächen der hintern Seite. Diese Flächen sind ganz ähnlich denen der vordern Seite, nur sind sie am obern Ende auf den hintern Seitenkanten der vertikalen Prismen gerade aufgesetzt. Ihre Bezeichnung ist also im Allgemeinen:

$$(a' : \infty b : mc),$$

die der schiefen Endfläche des hintern schiefen Prisma der Grundform:

$$(a' : \infty b : c).$$

Sie verhalten sich in den Kombinationen im Allgemeinen wie die vordern schiefen Endflächen; in den Kombinationen mit der basischen Fläche und dem vertikalen Prisma unterscheiden sie sich nur insofern, als sie als Abstumpfungen der spitzern Ecken erscheinen, wie z. B. die Fläche c in Fig. 101.

Die verschiedenen vordern und hintern Endflächen sind also im Allgemeinen in ihrem Verhalten von der Basis gar nicht verschieden, und man kann demnach auch bei der grofsen Freiheit, die man in der Wahl der Grundform hat, eine jede derselben zur Basis wählen, und danach die Flächen der Grundform bestimmen. Welche Flächen man in der That wählen soll, darüber können

auch hier nur die bei der Wahl der Grundform im Allgemeinen geltenden Regeln entscheiden, aber die Menge der einzelnen Flächen und Prismen, die in dem zwei- und eingliedrigen System vorkommen, macht diese Wahl in den einzelnen Fällen oft viel schwieriger, als bei den bisher betrachteten Krystallisationssystemen. Man ersieht diefs schon bei der Bestimmung der Grundform des Feldspaths nach der Kombination Fig. 106. Man kann bei dieser beliebig eine jede der schiefen Endflächen c, d' und $2d'$ als die basische Fläche annehmen; betrachtet man nun die Flächen g als die Flächen des vertikalen Prisma der Grundform, so sind im erstern Fall die Flächen o', als Abstumpfungsflächen der schärfern Kombinationskanten von c und g, die Flächen eines hintern schiefen Prisma, dessen Octaëder eine Basis hat, die der basischen Fläche c gleich ist. Betrachtet man diese Flächen als die Flächen $(a':b:c)$ der Grundform, so erhalten in diesem Fall die Flächen d' und $2d'$ die Zeichen $(a':\infty b:c)$ und $(a':\infty b:2c)$.

Nimmt man die Fläche d' zur basischen Fläche, so sind auch die Flächen o' die Flächen von basischen Prismen. Betrachtet man sie als die basischen Flächen der Grundform, also als $(\infty a:b:c)$, so ist die Fläche $2d$ die vordere, die Fläche c die hintere schiefe Fläche der Grundform, erstere also $(a:\infty b:c)$, letztere $(a':\infty b:c)$.

Nimmt man die Fläche $2d'$ zur basischen Fläche, so können, wie im ersten Fall, die Flächen o' zu den Flächen des hintern schiefen Prisma $(a':b:c)$ genommen werden, denn sie würden auch, wenn sie etwas gröfser wären, Abstumpfungsflächen der schärfern Kombinationskanten von $2d'$ und g sein; d' würde dann die hintere schiefe Fläche der Grundform $(a':\infty b:c)$, c die hintere schiefe Fläche $(a':\infty b:2c)$ sein.

Endlich könnte man gar keine der schiefen Endflächen zur basischen Fläche nehmen, und die Flächen c und d als die vordere und hintere schiefe Endfläche der

Grundform, also als $(a:\infty b:c)$ und $(a':\infty b:c)$ betrachten. Die Fläche $2d'$ erhält dann das Zeichen $(a':\infty b:3c)$. Nimmt man nun, wie früher, die Flächen g zu den vertikalen Flächen der Grundform $(a:b:\infty c)$, so erhalten die Flächen o' das Zeichen $(a':\frac{1}{2}b:c)$; nimmt man dagegen die Flächen o' zu den Flächen der Grundform, so erhalten die Flächen g das Zeichen $(a:2b:\infty c)$.

Uebersicht der Formen und Zonen des zwei- und eingliedrigen Krystallisationssystems.

Die in dem zwei- und eingliedrigen Krystallisationssysteme vorkommenden Formen sind nach dem Vorigen:

1. Rhombische Prismen, und zwar:
   1) vertikale rhombische Prismen $(a:mb:\infty c)$,
   2) schiefe rhombische Prismen:
      a) basische Prismen . . . $(\infty a:mb:c)$,
      b) vordere schiefe Prismen . $(ma:nb:c)$,
      c) hintere schiefe Prismen . $(ma':nb:c)$,
2. Einzelne Flächen, und zwar:
   1) vertikale einzelne Flächen:
      a) die Längsfläche . . . . $(\infty a:b:\infty c)$,
      b) die Querfläche . . . . $(a:\infty b:\infty c)$,
   2) schiefe einzelne Flächen:
      a) die basische Fläche . . $(\infty a:\infty b:c)$,
      b) die vordern schiefen Flächen . . . . $(ma:\infty b:c)$,
      c) die hintern schiefen Flächen . . . . $(ma':\infty b:c)$.

Die in diesem Systeme vorkommenden Zonen sind folgende:

I. **Die horizontale Zone.** In dieser Zone liegen:

1) die Querfläche $(a:\infty b:\infty c)$,

2) die Flächen der vertikalen Prismen ($a:mb:\infty c$), in welchen m gröfser ist als 1,

3) die Flächen des vertikalen Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$),

4) die Flächen der vertikalen Prismen ($a:mb:\infty c$), in welchen m kleiner ist als 1,

5) die Längsfläche ($\infty a:b:\infty c$).

Diese Zone ist ganz übereinstimmend mit der horizontalen Zone des ein- und einaxigen Systems.

II. Die vertikale Zone, deren Axe parallel der zweiten Nebenaxe ist. In dieser Zone liegen:

1) die Querfläche ($a:\infty b:\infty c$),

2) die vordern schiefen Endflächen ($a:\infty b:mc$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) die schiefe Endfläche des vordern schiefen Prisma der Grundform ($a:\infty b:c$),

4) die vordern schiefen Endflächen ($a:\infty b:mc$), bei welchen m kleiner ist als 1,

5) die basische Fläche ($\infty a:\infty b:c$),

6) die hintern schiefen Endflächen ($a':\infty b:mc$), bei welchen m kleiner ist als 1,

7) die schiefe Endfläche des hintern schiefen Prisma der Grundform ($a':\infty b:c$),

8) die hintern schiefen Endflächen ($a':\infty b:mc$), bei welchen m gröfser ist als 1.

Es giebt nur eine vertikale Zone dieser Art, die in Rücksicht ihrer Axe ganz mit der vertikalen Zone der Querfläche des ein- und einaxigen Systems übereinstimmt; andre vertikale Zonen verschiedener Art giebt es in dem zwei- und eingliedrigen System nicht, da bei diesem System keine Flächen vorkommen, die auf den Seitenflächen der vertikalen Prismen oder auf der Längsfläche gerade aufgesetzt sind, einige von den Gattungen ausgenommen, bei welchen der Winkel $\delta = 90^\circ$ ist.

III. Die Diagonalzonen der schiefen Endflächen. In der Diagonalzone der basischen Fläche, deren

ren Axe der schiefen Diagonale derselben oder der ersten Nebenaxe parallel geht, liegen:

1) die basische Fläche ($\infty a:\infty b:c$),

2) die Flächen der basischen Prismen ($\infty a:mb:c$), bei welchen m gröfser ist als 1,

3) die Flächen des basischen Prisma der Grundform ($\infty a:b:c$),

4) die Flächen der basischen Prismen ($\infty a:mb:c$), bei welchen m kleiner ist als 1, und endlich

5) die Längsfläche ($\infty a:b:\infty c$).

Diese Zone entspricht der vertikalen Zone der Längsfläche des ein- und einaxigen Systems.

Aehnliche Diagonalzonen gehen von jeder andern schiefen Endfläche aus; die Axen dieser Zonen sind stets den schiefen Diagonalen der Endflächen parallel. Sie entsprechen den ersten Kantenzonen des ein- und einaxigen Systems.

IV. Erste Kantenzonen, deren Axen den Kombinationskanten einer schiefen Endfläche mit der Fläche eines vertikalen Prisma parallel sind.

In der Kantenzone der basischen Fläche ($\infty a:\infty b:c$) und des vertikalen Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$), deren Axe also einer Seitenkante der Grundform parallel geht, liegen:

1) die Flächen des vertikalen Prisma der Grundform ($a:b:\infty c$),

2) die Flächen der vordern schiefen Prismen ($a:b:mc$), in welchen m gröfser ist als 1,

3) die Flächen des vordern schiefen Prisma der Grundform ($a:b:c$),

4) die Flächen der vordern schiefen Prismen ($a:b:mc$), in welchen m kleiner ist als 1,

5) die basische Fläche ($\infty a:\infty b:c$),

6) die Flächen der hintern schiefen Prismen ($a':b:mc$), in welchen m kleiner ist als 1,

7) die Flächen des hintern schiefen Prisma der Grundform ($a':b:c$),

8) die Flächen der hintern schiefen Prismen ($a':b:mc$), in welchen m gröfser ist als 1.

Es giebt zwei solcher Kantenzonen gleicher Art, die den vertikalen Zonen des Prisma der Grundform beim ein- und einaxigen System entsprechen; aber Kantenzonen verschiedener Art giebt es so viele, als die verschiedenen schiefen Endflächen mit den verschiedenen vertikalen Prismen verschiedene Kombinationskanten bilden.

V. Zweite Kantenzonen, deren Axen den vier gleichen Endkanten der Grundform oder der übrigen zwei- und eingliedrigen Octaëder parallel gehen.

In der zweiten Kantenzone der Grundform liegen:

1) die Querfläche ($a:\infty b:\infty c$),

2) die Flächen der vordern schiefen Prismen ($ma:b:c$), bei welchen m kleiner ist als 1,

3) die Flächen des vordern schiefen Prisma der Grundform ($a:b:c$),

4) die Flächen der vordern schiefen Prismen ($ma:b:c$), bei welchen m gröfser ist als 1,

5) die Flächen des basischen Prisma der Grundform ($\infty a:b:c$),

6) die Flächen der hintern schiefen Prismen ($ma':b:c$), bei welchen m gröfser ist als 1,

7) die Flächen des hintern schiefen Prisma der Grundform ($a':b:c$),

8) die Flächen der hintern schiefen Prismen ($ma:b:c$), bei welchen m kleiner ist als 1.

Es giebt zwei zweite Kantenzonen der Grundform, und ähnliche zweite Kantenzonen gehen von allen übrigen zwei- und eingliedrigen Octaëdern aus. Diese Zonen stimmen mit den zweiten Kantenzonen des ein- und einaxigen Systems überein, doch kommen diese bei dem zwei- und eingliedrigen System in der Regel gar nicht oder nicht sehr ausgebildet vor.

VI.

Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.

Die Formen des ein- und eingliedrigen Krystallisationssystems sind durch drei Axen ausgezeichnet, die alle ungleichartig sind und sich sämmtlich unter schiefen Winkeln schneiden. Man wählt eine derselben zur Hauptaxe, die beiden andern zur ersten und zweiten Nebenaxe; die Stellung der Axen ist indessen in diesen Systemen ganz willkührlich und weder durch ihre Beschaffenheit, noch durch einmal angenommene Regeln bestimmt. Die angenommene Hauptaxe wird wiederum mit c, die erste Nebenaxe mit a, die zweite mit b bezeichnet.

In Rücksicht der Ungleichheit der Axen sind die zu diesem Krystallisationssystem gehörigen Formen mit denen des ein- und einaxigen und zwei- und eingliedrigen zu vergleichen; wegen der Schiefwinkligkeit sämmtlicher Axen findet aber bei ihnen dieselbe Abweichung von der Symmetrie, die bei den zwei- und eingliedrigen Formen in der ersten Axenebene statt findet, auch in der zweiten und der basischen Axenebene statt. Die ein- und eingliedrigen Formen haben daher gar keine symmetrischen Flächen, alle Flächen sind, abgesehen von den parallelen, nur einzeln; das ein- und eingliedrige Krystallisationssystem steht daher in dem gröfsten Gegensatz mit dem regulären Krystallisationssystem, wo durch die Gleichheit und Rechtwinkligkeit der Axen auch die gröfste Symmetrie in den dahin gehörigen Formen statt findet.

Um die vorhandenen Flächen in Zusammenhang zu setzen, bildet man aus acht Flächen eine Grundform, die ein ein- und eingliedriges Octaëder (Fig. 107.) ist und folgende Eigenschaften hat:

Flächen, Kanten und Ecken derselben sind, die parallelen ausgenommen, sämmtlich ungleich; die Flächen also von viererlei, die Kanten von sechserlei, die Ecken dreierlei Art.

Die Flächen sind ungleichseitige Dreiecke, und die vordere rechte *o* verschieden von der hintern rechten *o'*, und ebenso von der vordern linken *'o* und der hintern linken *'o'*. Die Kanten sind ungleichflächig; die vordere Endkante, ***D***, ist verschieden von der hintern, ***D'***, die rechte Endkante, ***F***, verschieden von der linken, ***F'***, die rechte Seitenkante, ***G***, verschieden von der linken, ***G'***. Die Ecken sind alle viererleikantig, sowohl die Endecken ***C***, als auch die zweierlei Seitenecken ***A*** und ***B***.

Die durch die Endkanten ***D*** und ***F*** und die Seitenkanten ***G*** gelegten Schnitte sind Rhomboïde.

Die Eckenaxen dieser Grundform bilden nun die Grundaxen der Krystallformen einer ein- und eingliedrigen Mineralgattung, die Axen der Endecken die Hauptaxe, die Axen der Seitenecken ***A*** die erste Nebenaxe, und die Axen der Seitenecken ***B*** die zweite Nebenaxe.

Auch diese Grundform, obgleich aus viererlei Flächen bestehend, verhält sich doch in den Kombinationen wie eine Grundform, die eine einfache Form ist, indem alle vorkommenden Flächen die Axen der Grundform in einfachen und rationalen Verhältnissen schneiden. Da aber die Grundform eine zusammengesetzte Form ist, so können auch alle vier Flächen, woraus sie besteht, einzeln oder nur einige von ihnen in Verbindung mit andern Flächen vorkommen. Die Bezeichnung der Grundform ist im Allgemeinen:

$$(a:b:c),$$

bei welcher durch den Axen beigefügte Akzente die einzelnen vier Flächen, woraus sie besteht, unterschieden werden, so dafs

$(a:b:c)$ die rechte vordere obere Fläche *o*,
$(a':b:c)$ » » hintere » » *o'*,

$(a:b':c)$ die linke vordere obere Fläche $'o$,
$(a':b':c)$ » » hintere » » $'o'$
bedeutet.

Zur Bestimmung der Grundform müssen, aufser der Angabe der Werthe für die Axen, auch die drei Winkel, unter welchen sie sich schneiden, angegeben werden. Wegen der vielen zu bestimmenden Stücke hat man aber nöthig, wenigstens fünf Kantenwinkel zu messen, was die Bestimmung noch schwieriger und unsicherer macht, als bei den zwei- und eingliedrigen Octaëdern.

Die Flächen, die bei den Krystallen einer ein- und eingliedrigen Mineralgattung vorkommen, sind nun am leichtesten zu übersehen, wenn man sie mit den Formen des ein- und einaxigen Systems vergleicht. Die Flächen sind also, wie die der Grundform, gegen alle drei Axen geneigt, oder nur gegen zwei und der dritten parallel, oder nur gegen eine und den beiden andern parallel.

1. Flächen, die gegen alle drei Axen geneigt sind.

Diese Flächen gehören, wie die der Grundform, ein- und eingliedrigen Octaëdern an; man unterscheidet dieselben Arten, wie bei den ein- und einaxigen oder Rhombenoctaëdern, nämlich die Octaëder:

$$(a:b:mc),$$
$$(a:mb:c),$$
$$(ma:b:c),$$
$$(ma:nb:c),$$

bei welchen sämmtlich aber die vier Flächen, in welchen ein jedes zerfallen kann, wie bei der Grundform unterschieden werden müssen.

2. Flächen, die gegen zwei Axen geneigt sind.

Diese Flächen gehören rhombischen Prismen, oder vierseitigen Prismen, deren rechtwinkliger Querschnitt ein

Rhomboid ist. Man hat diesen rechtwinkligen Querschnitt eines Prisma stets von dem Querschnitte zu unterscheiden, der einer Axenebene parallel geht, welcher letztere zwar auch ein Rhomboid ist, aber mit dem erstern nicht allein nicht zusammenfällt, sondern gegen ihn doppelt, d. h. so geneigt ist, dafs keine Diagonale des rechtwinkligen Querschnitts mit einer Diagonale des Axenschnitts parallel ist. Man unterscheidet drei Arten von rhomboïdischen Prismen, die den drei Arten von rhombischen Prismen des ein- und einaxigen Systems entsprechen, nämlich:

1) vertikale rhomboïdische Prismen, deren Flächen der Hauptaxe parallel sind;

2) rhomboïdische Längsprismen, deren Flächen der ersten Nebenaxe parallel sind;

3) rhomboïdische Querprismen, deren Flächen der zweiten Nebenaxe parallel sind.

Die Bezeichnung der dreierlei rhomboïdischen Prismen der Grundform ist:

$$(\ a : \ b : \infty c),$$
$$(\infty a : \ b : \ c),$$
$$(\ a : \infty b : \ c),$$

der rhomboïdischen Prismen im Allgemeinen:

$$(\ a : m b : \infty c),$$
$$(\infty a : m b : \ c),$$
$$(m a : \infty b : \ c).$$

Die rechten und linken Flächen der vertikalen und der Längsprismen, so wie die vordern und hintern Flächen der Querprismen, unterscheidet man durch Akzente, wie die entsprechenden Kanten der Grundform, so dafs

$(a : b : \infty c)$ die Abstumpfungsfläche der rechten Kante G der Grundform, oder die rechte Fläche des vertikalen Prisma der Grundform;

$(a' : b : \infty c)$ die Abstumpfungsfläche der linken Kante G' der Grundform, oder die linke Fläche des vertikalen Prisma der Grundform;

$(\infty a : \; b : c)$ die Abst. der rechten Kante F der Grundf.
$(\infty a : \; b' : c)$ » » » linken » F' » »
$(\; a : \infty b : c)$ » » » vordern » D » »
$(\; a' : \infty b : c)$ » » » hintern » D' » »
bedeutet. Ebenso bezeichnet man die übrigen rhomboïdischen Prismen.

3. Flächen, die gegen eine Axe geneigt sind.

Diefs sind die Flächen, die den drei Axenebenen parallel sind, und an der Grundform die Abstumpfungen der dreierlei Ecken bilden, nämlich:

1) die Längsfläche $(\infty a : b : \infty c)$, die Abstumpfungsfläche der Ecke B.

2) die Querfläche $(a : \infty b : \infty c)$, die Abstumpfungsfläche der Ecke A.

3) die basische Fläche $(\infty a : \infty b : c)$, die Abstumpfungsfläche der Ecke C.

Alle diese Flächen stehen aber schiefwinklig auf den Axen, welche sie schneiden; zwei derselben bilden daher untereinander eben solche rhomboïdische Prismen, wie die Flächen, welche gegen zwei Axen geneigt sind. Sie haben demnach im Allgemeinen dieselben Eigenschaften, wie diese, und es hängt nur von der Wahl der Grundform ab, als welche Flächen sie angesehen werden müssen.

Gattungen, deren Krystallformen zu dem ein- und einaxigen Krystallisationssystem gehören, kommen weniger unter den Mineralien als unter den künstlich dargestellten Krystallen vor; die Formen derselben sind oft sehr complicirt. Ein recht ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Gattung bietet unter den Mineralien der Axinit dar, von welchem Fig. 108. eine der einfachsten Kombinationen darstellt. Wenn man bei dieser die Flächen g und g' als die Flächen des vertikalen Prisma der Grundform betrachtet, die Fläche a als die Querfläche, c als die basische Fläche, o als eine Fläche der Grundform,

so ist $2d'$ die Fläche eines Querprisma, und die Bezeichnung der Flächen ist daher:

$$
\begin{aligned}
o &= (\ a : \ b : \ c), \\
c &= (\infty a : \infty b : \ c), \\
g &= (\ a : \ b : \infty c), \\
g' &= (\ a : \ b' : \infty c), \\
a &= (\ a : \infty b : \infty c), \\
2d' &= (\ a' : \infty b : 2c).
\end{aligned}
$$

Die Zonen, die in diesem Systeme vorkommen, sind ganz ähnliche, wie in dem zwei- und eingliedrigen Krystallisationssystem.

Tabellarische

Uebersicht der Mineralien nach den Krystallformen.

In den folgenden Tabellen sind die Mineralien nach den Krystallisationssystemen, zu denen ihre Krystallformen gehören, in 6 Abtheilungen gebracht, und in diesen nach ihrer chemischen Zusammensetzung geordnet worden. Sie sind hiernach in Klassen, Ordnungen, Gattungen und Arten abgetheilt, die auf folgende Weise gebildet sind:

Die Klasse ist durch die Anzahl der einfachen Körper bestimmt, die sich in dem Minerale finden. Es giebt hiernach im Ganzen 7 Klassen, welche enthalten:

I. Die einfachen Körper.

II. Die binären Verbindungen, d. i. die Verbindungen zweier einfachen Körper, wie Eisenglanz, Steinsalz.

III. Die doppelt binären Verbindungen (Salze), d. i. die Verbindungen zweier binären Verbindungen, wie Kalkspath, Spinell, Rothgültigerz.

IV. Die dreifach binären Verbindungen, d. i. die Verbindungen einer doppelt und einer einfach binären Verbindung, wie Gyps, Apatit.

V. Die vierfach binären Verbindungen (Doppelsalze), d. i. die Verbindungen zweier binären Verbindungen, wie Feldspath, Bournonit.

VI. Die fünffach binären Verbindungen, d. i. die Verbindungen einer vierfach und einer einfach binären Verbindung, wie Analcim, Eudialyt.

VII. Die sechsfach binären Verbindungen, d. i. die Verbindungen einer vierfach und einer doppelt binären Verbindung, wie Turmalin und Helvin.

Ein Anhang, welcher die krystallisirten Mineralien enthält, deren chemische Zusammensetzung noch gar nicht, oder wenigstens nicht genau gekannt ist, bildet eine siebente Gruppe.

Isomorphe Körper, die sich gegenseitig in den Verbindungen ersetzen, sind hierbei nicht für verschiedene Körper angesehn, so dafs Goldsilber (Electrum) in die erste, der kobalthaltige Arsenikkies in die dritte Klasse gesetzt sind, u. s. w.

Die Ordnungen sind nach dem elektronegativen Element gebildet, doch sind hier, der Vereinfachung wegen, mehrere derselben zusammengefafst worden, so dafs im Ganzen nur 4 Ordnungen gemacht sind, welche enthalten:

1) die Quecksilber-, Osmium-, Antimon-, Arsenik- und Tellurverbindungen;
2) die Schwefel- und Selenverbindungen;
3) die Chlor- und Fluorverbindungen;
4) die Sauerstoffverbindungen.

Diese Ordnungen fehlen natürlich gänzlich in der ersten Klasse, kommen aber vollständig auch nur in der zweiten Klasse vor; in der dritten und fünften Klasse fehlen die ersten zwei, und in der vierten, sechsten und siebenten Klasse die ersten drei Ordnungen.

Mineralien, die aus Verbindungen verschiedener Ordnung bestehen, sind zu der Ordnung gezählt, zu welcher die elektronegativere Verbindung gehört; der Arsenik-

kies also zu den Schwefelverbindungen, der Apatit zu den Sauerstoffverbindungen, u. s. w.

Die Gattung ist durch den Isomorphismus, die Art durch die chemische Zusammensetzung bestimmt, so dafs also alle Mineralien, die man als isomorph anzusehen berechtigt ist, in eine Gattung vereinigt sind, und die Verschiedenheiten, die in der Gattung in Rücksicht der chemischen Zusammensetzung vorkommen, die Arten bilden.

Die Arten einer Gattung sind mehr oder weniger scharf von einander getrennt, je nachdem die isomorphen Bestandtheile der Mineralien weniger oder mehr einander versetzen. Bald ist das Erstere, bald ist das Letztere der Fall; das Erstere z. B. bei der Gattung der kohlensauren Salze in der Form des Arragonits, oder der Gattung der schwefelsauren Salze in der Form des Schwerspaths; das Letztere bei den kohlensauren Salzen in der Form des Kalkspaths, oder bei den Gattungen Granat, Hornblende, Augit. Aber auch bei diesen Gattungen kommen Arten vor, die scharf abschneiden, während andere durch unmerkliche Uebergänge verbunden sind; es ist daher zweckmäfsig, diese durch unmerkliche Uebergänge verbundene Arten in eine Art zusammenzufassen. Die Bildung dieser Arten bietet indessen für den Augenblick oft mancherlei Schwierigkeiten dar, daher auch die bei manchen Gattungen aufgestellten Arten nur erst vorläufige Versuche zur Bildung solcher Arten sind.

Die Anordnung der Tabellen ist nun folgende: Jede Klasse, so wie auch der Anhang, ist auf einem besonderen Blatt enthalten. Jedes dieser Blätter ist durch Linien, die von oben nach unten herablaufen, in sechs Spalten getheilt, die mit den Namen der verschiedenen Krystallisationssysteme bezeichnet, und in welchen die Namen der Gattungen und Arten, wie sie den verschiedenen Krystallisationssystemen angehören, aufgeführt sind. Andre Querlinien trennen die sechs Spalten der verschiedenen Klassen in die bestimmten Ordnungen. Da aber



bei den verschiedenen Klassen die drei ersten Ordnungen häufig fehlen, so ist auch, aufser bei der zweiten Klasse, nur die vierte Ordnung durch eine Querlinie, die durch sämmtliche sechs Spalten fortläuft, von den übrigen geschieden, so dafs dadurch also die sauerstofffreien von den sauerstoffhaltigen Mineralien getrennt sind; die übrigen Ordnungen sind nur durch Querlinien, die nicht über die Spalten hinausgehen, von einander abgesondert. In jeder Ordnung sind noch die Mineralien, die Verbindungen enthalten, welche für sich allein einer frühern Verbindung angehören, obenan gestellt, und durch eine kleinere Querlinie von den Mineralien getrennt, die nur Verbindungen derselben Ordnung enthalten.

Die Mineralgattungen sind mit stärkern, die Arten mit schwächern Ziffern bezeichnet. Die stärkern Ziffern bilden eine durch alle sieben Klassen und den Anhang in den entsprechenden Spalten fortlaufende Reihe; die schwächern Ziffern laufen nur innerhalb einer Gattung fort. Da ein Name für die Gattung häufig fehlt, so ist auch oft der Raum hinter der stärkern Ziffer frei gelassen worden. Die Gattungen selbst sind nach der Anzahl der Atome des elektronegativen Elements geordnet; so dafs die, welche weniger enthalten, über denen stehen, die mehr davon enthalten.

Die Mineralgattungen mit hemiëdrischen Krystallformen sind nicht von den Mineralgattungen getrennt, bei denen sich keine hemiëdrischen Formen finden. Um jene aber doch bemerklich zu machen, sind sie mit Sternen bezeichnet, die vor die stärkern Ziffern gesetzt sind, und zwar die Mineralien mit parallelflächig-hemiëdrischen Formen mit einem, die mit geneigtflächig-hemiëdrischen Formen mit zwei Sternen. — Das Fragezeichen, welches hinter den Namen einer Gattung gesetzt ist, bedeutet, dafs die Krystallisation derselben noch nicht genau gekannt ist, und die Gattung nur vermuthungsweise dahin gehört, wohin sie gesetzt ist.

Wegen des besonderen Interesse, das die Krystallform der einfachen Körper hat, sind auf der ersten Tabelle auch noch die Namen derjenigen einfachen Körper gesetzt worden, die man künstlich krystallisirt erhalten kann, wenn gleich sie unter den Mineralien nicht vorkommen; sie sind aber zum Unterschied von diesen mit kleinerer Schrift gedruckt.

Tabellarische Uebersicht der Mine-

Erste Klasse:

Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
1.		* 1.
1. Kupfer		1. Antimon
2. Silber		2. Arsenik
3. Gold		3. Tellur
4. Electrum		2. Graphit
5. Platin		
6. Platiniridium		
2. Wismuth		
** 3. Diamant		
Eisen		
Blei		
Titan		
Phosphor		

ralien nach den Krystallformen.

Einfache Körper.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
1. Schwefel Jod	Schwefel (bei hoher Temp. krystallisirt)	

Zweite Klasse: Bi-

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstofffreie Mineralien.	**4.** Amalgam **5.** 1. Speiskobalt 2. Arseniknikkel **6.** Tesseralkies		**3.** Osmiumiridium **4.** Antimonnickel **5.** Kupfernickel(?) **6.** Tellursilber
	7. Manganglanz ** **8.** Zinkblende **9.** 1. Bleiglanz 2. Selenblei 3. Selenkobaltblei 4. Selenquecksilberblei 5. Selensilberblei **10.** Silberglanz **11.** Kobaltkies * **12.** Eisenkies		**7.** Haarkies * **8.** Zinnober **9.** Molybdänglanz
	13. Salmiak **14.** Steinsalz **15.** Hornerz **16.** 1. Flufsspath 2. Yttrocerit	**1.** Quecksilberhornerz	**10.** Fluorcerium
Sauerstoffhaltige Miner.	**17.** Rothkupfererz **18.** Arsenikblüthe	**2.** Braunit **3.** 1. Zinnstein 2. Rutil **4.** Anatas	**11.** Eis * **12.** 1. Corund 2. Eisenglanz 3. Titaneisenerz **13.** Schwerbleierz **14.** Quarz

näre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
2. Antimonsilber 3. Arsenikeisen		
4. 1. Kupferglanz 2. Silberkupferglanz 5. Wismuthglanz 6. 1. Antimonglanz 2. Auripigment 7. Speerkies	1. Realgar	
8. Zinkoxyd 9. Weifsantimonerz 10. Pyrolusit		

Dritte Klasse: Doppelt

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstofffreie Mineralien.	* **19.** 1. Kobaltglanz 2. Nickelglanz 3. Nickelantimonglanz **20.** Buntkupfererz	** **5.** Kupferkies **6.** Kryolith	* **15.** Tetradymit * **16.** Polybasit * **17.** Rothgültigerz 1. licht. Rothg. 2. dunkl. Rothg. **18.** Magnetkies
Sauerstoffhaltige Mineralien.	**21.** 1. Spinell 2. Zeilanit 3. Gahnit 4. Magneteisenerz 5. Franklinit 6. Chromeisenerz ** **22.** 1. Borazit 2. Rhodizit	**7.** Hausmannit **8.** Phosphorsaure Yttererde * **9.** Fergusonit * **10.** 1. Tungstein 2. Scheelbleierz 3. Gelbbleierz **11.** Zirkon	* **19.** 1. Kalkspath 2. Dolomit 3. Braunspath 4. Talkspath 5. Mesitinspath 6. Eisenspath 7. Manganspath 8. Galmei * **20.** Salpetersaures Natron **21.** Talk * **22.** Phenakit * **23.** Willemit

binäre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
11. Arsenikkies	2. Plagionit	
1. gemein. Ars.	3. Myargyrit	
2. kobalth. Ars.		
12. Melanglanz (Sprödglaserz)		
13. Berthierit (?)		
14. Jamesonit		
15. Zinkenit		
16. Kupferantimonglanz		
17. Sternbergit		
18. Mendipit (?)	4. Rothantimonerz	1. Sassolin
19.	5. Wolfram	2. Diaspor
1. Manganit	6. Rothbleierz	3. Cyanit
2. Nadeleisenerz	7. Gadolinit	
20. Tantalit	8. Tafelspath	
21. Columbit	9. Augit	
22. Aeschynit	1. Diopsid	
23.	2. Sahlit	
1. Witherit	3. Hedenbergit	
2. Strontianit	4. Rhodonit	
3. Arragonit	5. basaltischer Augit	
4. Junkerit		
5. Weifsbleierz	6. Hypersthen	
24. Triplit	7. Diallag	
25. Salpeter		
26. Staurolith		
27. Andalusit		
28. Olivin		
29. Schwefels. Kali		
30. Thenardit		
31.		
1. Schwerspath		
2. Strontspath		
3. Bleivitriol		
32. Anhydrit		

Vierte Klasse: Dreifach

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstoffhaltige Mineralien.		**12.** Hornbleierz **13.** Honigstein	**24.** 1. Apatit von Ehrenfriedersdorf 2. Apatit von Snarum 3. Braunbleierz v. Poullaouen 4. Grünbleierz von Johann-Georgenstadt * **25.** Kupferglimmer * **26.** Dioptas **27.** Coquimbit (schwefelsaures Eisenoxyd v. Chile)

binäre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
33. Atakamit	**10.** Wagnerit	**4.** Kupfervitriol
34. Wavellit	**11.** Lithionglimmer (?)	
35. 1. Olivenit 2. Libethenit	**12.** Malachit	
36. Euchroit	**13.** Soda	
37. Haidingerit	**14.** Trona	
38. Kieselzinkerz	**15.** Phosphorsaures Kupferoxyd von Rheinbreitenbach	
39. Pikrosmin	**16.** *Oblique prismatic arseniate of copper*	
40. Mascagnin	**17.** 1. Vivianit 2. Kobaltblüthe	
41. Brochantit	**18.** Huraulit	
42. 1. Bittersalz 2. Zinkvitriol	**19.** Heterosiderit	
	20. Pharmakolith	
	21. Strahlerz	
	22. Tinkal	
	23. Glaubersalz	
	24. Gyps	
	25. Eisenvitriol	

Fünfte Klasse: Vierfach

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstofffreie Mineralien.	** 23. Fahlerz 1. Arsenikfahlerz (Tennantit) 2. Vermischtes Fahlerz 3. Antimonfahlerz 24. Zinnkies		
Sauerstoffhaltige Mineralien.	25. Granat 1. Almandin 2. Kaneelstein 3. Grossular 4. Gemeiner Granat 5. Melanit 6. Mangangranat 7. Rothoffit 26. Leucit	14. Vesuvian 15. Gehlenit 16. Wernerit * 17. Humboldtilith	28. Vanadinbleierz 29. Einaxiger Glimmer 30. Nephelin 31. Beryll

binäre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
43. Nadelerz		
44. Bournonit		
45. Topas	**26.** Barytocalcit	**5.** Latrobit
46. Amblygonit (?)	**27.** Kupferlasur	**6.**
47. Chiastolith (?)	**28.** Triphylin	1. Anorthit
48. Chrysoberyll	**29.** Vauquelinit	2. Labrador
49. Lievrit	**30.** Titanit	3. Oligoklas
50. Allanit	**31.** Epidot	4. Albit
51. Dichroit	1. Zoisit	**7.** Petalit
52. Spodumen (?)	2. Pistazit	
	3. Manganepidot	
	4. Bucklandit	
	32. Couzeranit	
	33. Euklas	
	34. EinaxigerGlimmer	
	35. Akmit	
	36. Hornblende	
	1. Tremolit	
	2. Strahlstein	
	3. Arfvedsonit	
	4. basaltische Hornblende	
	5. Anthophyllit	
	37.	
	1. Feldspath	
	2. Rhyakolith	
	38. Glauberit	
	39. Bleilasur	
	40. Leadhillit	
	41. Lanarkit	

Sechste Klasse: Fünf-

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstoffhaltige Mineralien.	27. Sodalith ** 28. Wismuthkieselerz 29. Analcim 30. Würfelerz 31. Alaun 1. Kalialaun 2. Ammoniakalaun	18. Uranit 1. Kupferuranit 2. Kalkuranit 19. Apophyllit	32. Pyrosmalith 33. Eudialyt 34. Chabasit 35. Levyn 36. Alunit

fach binäre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
53. Skorodit	42. Gaylüssit	
54. Prehnit	43. Laumontit	
55. Pyrophyllit	44. Mesotyp	
56. Kreuzstein	1. Natrolith	
1. Kalikreuzstein	2. Mesolith	
2. Barytkreuzstein	3. Skolezit	
	45. Stilbit	
57. Thompsonit	46. Brewsterit	
58. Desmin	47. Datolith	
59. Epistilbit	48. Rother Vitriol	
60. Polyhalit	49. Johannit	

Siebente Klasse: Sechs-

	Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
Sauerstoffhaltige Mineralien.	** 32. Helvin 33. 1. Lasurstein 2. Haüyn 3. Nosian		37. Turmalin

fach binäre Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
61. Caledonit		**8.** Axinit

Noch nicht be-

Reguläres Krystallisationssystem.	Zwei- und einaxiges Krystallisationssystem.	Drei- und einaxiges Krystallisationssystem.
34. Pyrochlor	20. Blättererz	38. Palladium von Tilkerode
35. Pyrop	21. Melilith	* 39. Crichtonit
36. Cancrinit	22. Oerstedtit	40. Chlorit
37. Uwarowit	23. Somervillit	41. Cronstedtit
	** 24. Edingtonit	* 42. Sideroschisolith
		43. Pinit
		* 44. Dréelith

stimmte Verbindungen.

Ein- und einaxiges Krystallisationssystem.	Zwei- und eingliedriges Krystallisationssystem.	Ein- und eingliedriges Krystallisationssystem.
62. Weifstellurerz	**50.** Schrifterz	**9.** Babingtonit
63. Schilfglaserz	**51.** *Argent sulfuré flexible*	
64. Fluellit	**52.** Humit	
65. Polymignyt	**53.** Monazit	
66. Brookit	**54.** Turnerit	
67. Linsenerz		
68. Lazulith		
69. Childrenit		
70. Forsterit		
71. Sillimanit		
72. Mengit		
73. Königit		
74. Monticellit		
75. Herderit		
76. Hopeit		



